

# Erhaltungskonzept der Straßen und Wege

für



TBR Technische Betriebe Rheine AöR  
Fachbereichsleiter Straßen  
Herr Dipl.-Ing. Thomas Roling  
Am Bauhof 2 - 16  
48431 Rheine

von



eagle eye technologies GmbH  
Haubachstraße 8  
10585 Berlin

Tel.: +49 (30) 28 04 27 58-0  
Fax: +49 (30) 28 04 27 58-8  
E-Mail: [info@ee-t.de](mailto:info@ee-t.de)  
Web: [www.ee-t.de](http://www.ee-t.de)

**Dieser Bericht ist nur für eine projektbezogene Verwendung vorgesehen.  
Eine Weitergabe an Dritte bedarf der vorherigen Genehmigung.**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Ausgangslage.....</b>	<b>7</b>
2.1	Bestand 2019 .....	7
2.1.1	Erstellung eines Netzmodells .....	7
2.1.2	Bestandsdatenerfassung mittels Stereomessbildbefahrung .....	9
2.1.3	Messbildbefahrung mit eagle eye XS.....	10
2.1.4	Auswertung der kinematischen Messdaten .....	10
2.2	Zustand 2019 .....	13
2.2.1	Methodik der visuellen Zustandserfassung .....	13
2.2.2	Ergebnis der Zustandsbewertung .....	16
<b>3.</b>	<b>Erhaltungskonzept.....</b>	<b>20</b>
3.1	Allgemeines .....	20
3.2	Prognoseszenario.....	20
3.3	Szenarienbetrachtung .....	22
3.3.1	Strategie „Do Nothing“ .....	22
3.3.2	Strategie „unbegrenzttes Budget“ .....	26
3.3.3	Strategie „Bauprogramm mit begrenztem Budget“ .....	32
3.3.4	Liste der nicht berücksichtigten Flächen mit erhöhtem Rissanteil.....	37
<b>4.</b>	<b>Fazit – Konsequenzen für die Praxis.....</b>	<b>38</b>
<b>5.</b>	<b>Anlage 1: Schadensbilder (Beispiele) .....</b>	<b>40</b>

# 1. Einleitung

Die Straßeninfrastruktur der Stadt Rheine ist im Jahr 2019 von eagle eye technologies als Grundlage für ein Straßenerhaltungsmanagement vollständig, detailliert und insbesondere im Hinblick auf den baulichen Zustand erfasst und bewertet worden.

Die Aufgabe der systematischen kommunalen Straßenerhaltung besteht in der Erhaltung der Verkehrsflächen mit nachvollziehbaren Methoden.

Im Moment kann in fast keiner deutschen Kommune der Werteverzehr durch die werterhaltenden Maßnahmen gedeckt werden, obwohl dies längerfristig geboten ist. Daher ist eine zusammenhängende Datenzusammenstellung der zukünftigen Entwicklungen wichtig, damit für die politisch zu treffenden Entscheidungen möglichst objektive und nachvollziehbare Grundlagen vorgelegt werden können.

Die Kommunen müssen ihr in der Regel stark begrenztes Budget möglichst gezielt, effektiv und effizient einsetzen. Auch vor dem Hintergrund der Einführung der Doppik steigt der Kostendruck, insbesondere hinsichtlich der Begründungen für die durchzuführenden konsumtiven Maßnahmen. Da sich in Zeiten einer wachsenden kommunalen Verschuldung der Sparzwang stark erhöht hat, wird dem Werterhalt der Straßeninfrastruktur aktuell unangemessen wenig Bedeutung geschenkt. Politisch stärker im Fokus stehende Bereiche wie z. B. interessante Neubauvorhaben binden zudem die zur Verfügung stehenden Mittel. Die Auswirkungen dieser Vernachlässigung der für das gesamte Gemeinwesen bedeutsamen Infrastruktur tritt dabei erst sehr viel später zu Tage, meist erst in 10 oder 20 Jahren. Möglich ist dies auch, da der Werterhaltungsbedarf der Straßen bislang nicht genau bzw. nicht nachvollziehbar abgebildet werden konnte und die Werkzeuge fehlten, um die Konsequenzen der Mangelbewirtschaftung aufzuzeigen.

Der Unterhalt der kommunalen Infrastruktur wird in den kommenden Jahren für alle Gebietskörperschaften ein wichtiges Thema werden, wenn man die heutigen Probleme nicht den zukünftigen Generationen aufbürden möchte. Um diese Aufgaben nun besser erfüllen zu können, lassen sich die Ziele der systematischen Straßenerhaltung nach strategischen und operativen Gesichtspunkten unterscheiden.

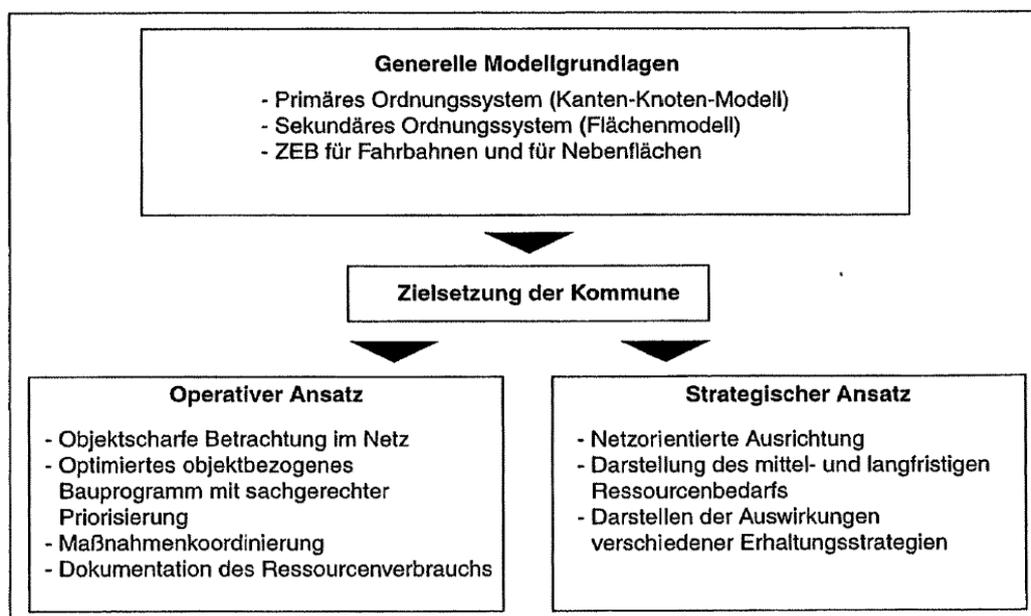


Abb. 1: Unterscheidung des operativen und strategischen Ansatzes



Das operative Ziel ist objektorientiert ausgerichtet und besteht in erster Linie im Aufstellen einer Prioritätenliste.

Das strategische Ziel ist netzorientiert ausgerichtet. Mit der strategischen Aufgabenstellung wird die langfristige Entwicklung des Zustandes und anderer quantifizierbarer Faktoren prognostiziert. Darauf aufbauend wird die Auswirkung bestimmter Bauprogramme (Strategien) unter vorgegebenen Randbedingungen abgeschätzt. Die Strategien werden dabei in Abhängigkeit vorgegebener Zielfunktionen (z. B. Budgetvorgabe, Zustandsniveau) optimiert.

Wichtig für alle zur Analyse heranzuziehenden Daten ist ein Ordnungssystem, das eine einheitliche und eindeutige Zuordnung der Straßenobjekte sowie deren Attribute ermöglicht. In einem ersten Schritt wurde als primäres Ordnungssystem ein netzartiges Knoten- und Kantenmodell (KKM) der Straßenachsen erstellt. Auf Grundlage einer Stereomessembildbefahrung Ende 2018 wurden daraufhin als sekundäres Ordnungssystem die vorhandenen Geometriedaten der Verkehrsflächen erfasst. Die Flächen wurden sowohl nach ihrer Nutzung als auch nach ihrer Befestigungsart unterschieden. Die hierarchische Beziehung zwischen dem KKM (primäres Ordnungssystem) und dem Flächenmodell (sekundäres Ordnungssystem) bildet eine wesentliche Voraussetzung für ein funktionierendes Erhaltungsmanagement.

Für alle befestigten Verkehrsflächen erfolgte eine visuelle Zustandserfassung (Stand 2019) entsprechend den aktuellen Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI 2012) sowie den Arbeitspapieren zur Systematik der Straßenerhaltung (AP 9) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Dabei wurden unter anderem auch die jeweiligen Hauptschadensursachen bestimmt, um im Anschluss die für jede Schadensursache passende bauliche Maßnahme ermitteln zu können. Die auf diese Weise gewonnenen Daten bildeten die Grundlage für das vorliegende Erhaltungskonzept, das hinsichtlich des Erhaltungsbedarfs der öffentlichen Verkehrsflächen als Entscheidungshilfe für die mittelfristigen Finanzplanungen der Stadt Rheine dienen soll.

Auf der Grundlage verschiedener Szenarien mit Budgetvorgaben werden in diesem Konzept für die betroffenen Flächen Vorschläge für sinnvolle Straßenerhaltungsmaßnahmen innerhalb der nächsten zehn Jahre entwickelt, aus denen -je nach Vorgabe- ein unterschiedlicher Gesamtfinanzbedarf abgeleitet wird. Die notwendigen Kostenkalkulationen erfolgen auf der Grundlage praxisnaher Annahmen unter Verwendung von ortsüblichen Maßnahmenpreisen.

Der vorliegende Bericht stellt unter anderem das Vorgehen der Erfassung und der Auswertung sowie die einzelnen Statistiken gegliedert nach Größe, Nutzung und Zustand dar. Zur Dokumentation des Istzustandes werden in Anlage 1 ausgewählte Schadensbilder beispielhaft dargestellt.

Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes wird das Ziel der strategischen Erhaltungsplanung des kommunalen Netzes in drei verschiedenen Szenarien betrachtet:

- Strategie „Do Nothing“,
- Strategie „Unbegrenzttes Budget“ und
- Strategie „Bauprogramm mit begrenztem Budget“.
- 

Innerhalb der einzelnen Szenarien sind die prognostizierten Auswirkungen der einzelnen Erhaltungsstrategien detailliert dargestellt. Damit ist sowohl hinsichtlich des Finanzbedarfs als auch auf Seiten des Infrastrukturzustandes die unmittelbare Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Strategien gegeben. Das Aufzeigen von Auswirkungen für die unterschiedlichen Strategien liefert darüber hinaus eine hinreichende Grundlage zur Beurteilung, welcher tatsächliche Nutzen sich mit welcher Budgetvorgabe erzielen lässt.

## 2. Ausgangslage

### 2.1 Bestand 2019

#### 2.1.1 Erstellung eines Netzmodells

Für die Erstellung eines Erhaltungskonzeptes sind verschiedene Datengrundlagen notwendig. Mit dem Knoten- und Kantenmodell (KKM) wurde ein gerichtetes, flächendeckendes und widerspruchsfreies Ordnungssystem übernommen.



Abb. 2: Knoten- und Kantenmodell

Das erfasste KKM weist folgende Klassifikationen auf:

Bedeutung	Klassifizierung	Länge [km]
Stufe 1a, Fußgängerzonen	15	2,2
Stufe 1b, klassifizierte Straßen (Bund)	80	4,3
Stufe 1c, klassifizierte Straßen (Land)	70	10,1
Stufe 1d klassifizierte Straßen (Kreis)	60	10,1
Stufe 1e, Haupt- und Sammelstraßen	33	16,8
Stufe 2, Sammelstraßen	32	51,1
Stufe 3, Anliegerstraßen	30	291,2
Stufe 4, Wege	50	285,8
Stufe 5, unbefestigte Wege	51	80,3
Kein Weg	90	4,2
Privat	91	1,6
<b>Gesamtlänge</b>		<b>757,8</b>

Abb. 3 Klassifizierung

## 2.1.2 Bestandsdatenerfassung mittels Stereomessbildbefahrung

Mit dem selbstentwickelten System von eagle eye technologies wird mit Hilfe von präzisen geodätischen Sensoren (D-GNSS, Odometer, INS, hochauflösende Kameras, Scannern) eine leistungsstarke Erfassungsmethode realisiert, durch die topographische Daten, insbesondere von Straßen, schneller und effizienter als bisher gewonnen werden können.



Abb. 4: kinematisches Messfahrzeug eagle eye XL1

eagle eye ist ein Verfahren, bei dem aus einem fahrenden Fahrzeug heraus die Gewinnung sowohl von photogrammetrischen Bilddaten als auch Laserscandaten mit direktem Lage- und Höhenbezug erfolgen kann und die **direkte Georeferenzierung** der Bild- und Scandaten auch ohne Passpunkte möglich ist. Inzwischen sind auch ein geodätischer 3D-Scanner und Heckkameras für die Erzeugung von Orthophotos zur Erfassung des Straßenraumes und der Straßenoberflächen integriert worden. eagle eye technologies ist auf diesem Sektor Technologieführer in Europa.

Mit Hilfe der Stereomessbildbefahrung des kompletten Straßennetzes und anschließender Auswertung der Messbilder wurden für das gesamte Straßennetz exakte Geometriedaten der Straßen ermittelt. Ferner dienten die erhobenen Bilddaten auch der anschließenden Zustandserfassung.

### 2.1.3 Messbildbefahrung mit eagle eye XS

Für Bereiche, die mit unserem großen Erfassungsfahrzeug nicht befahren werden



können, z.B. wegen zu geringer Breiten oder Höhen, kommt das Schmalspurfahrzeug „eagle eye XS“ zum Einsatz. Es wurde dieselbe Systemkonfiguration wie bei dem großen Fahrzeug realisiert. Es können Messungen mit identischer Qualität durchgeführt werden, da ebenfalls die gleichen qualitativ hochwertigen Hardwarekomponenten und die identische selbstentwickelte Steuerung und Software hier auf minimalem Raum zum Einsatz kommt.

Abb. 5: kinematisches Schmalspurfahrzeug eagle eye XS

### 2.1.4 Auswertung der kinematischen Messdaten

An einer digitalen Scandaten- und photogrammetrischen Auswertestation werden im Innendienst die benötigten Daten gewonnen. In der hauseigenen Softwareentwicklungsabteilung werden Systemanpassungen, Datentransformationen und Erfassungsentwicklungen eigenständig konzipiert und realisiert. Damit konnten die Nachteile aus der Digitalisierung von Luftbildern überwunden werden. Mit der selbstentwickelten innovativen Technologie wurde eagle eye technologies bereits mit einem überregionalen Innovationspreis ausgezeichnet und ist Technologieführer in Europa auf dem Gebiet der kinematischen Straßendaten-erfassung. Das Leistungsspektrum der eagle eye technologies GmbH umfasst alle Arbeiten zur Erfassung und Bewertung des Infrastrukturvermögens von Kommunen. Ob Bestandsdatenerfassung, Straßenzustands-bewertung oder Bilanzierung der kommunalen Infrastruktur – eagle eye bietet Ihnen die Komplettlösung aus einer Hand. Die Kombination von detailreichen und dazu wirtschaftlich erfassten Daten macht eagle eye zum zukunftsweisenden Erfassungssystem für Kartendaten.

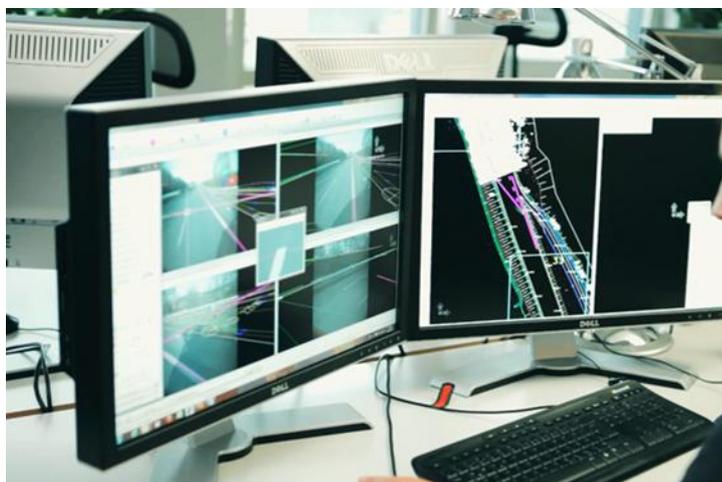


Abb. 6: Datenauswertung im Innendienst

Die Geometrierfassung der Verkehrsflächen liefert im Ergebnis die Grundlage für die nachfolgende Zustandserfassung. Aufbauend auf exakten Geometriedaten sowie den tatsächlich vorhandenen Oberflächenbelägen werden im Folgenden auch die verschiedenen Attribute, z. B. in Form von Zuständen, erfasst.

Insgesamt wurden im Rahmen der Geometrierfassung **mehr als 52.000 befestigte Flächen mit einer Gesamtgröße von über 4,4 Mio. m<sup>2</sup>** erstellt. Davon entfällt mit fast 2,15 Mio. m<sup>2</sup> ein großer Anteil auf Fahrbahnflächen mit der Deckschichtart Asphalt.

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der **Anzahl** der einzelnen befestigten Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und Deckschichtart zeigt Abbildung 7.

Deckschichtart	Fahrbahn	Geh-/Radwege	Parken	sonstige Flächen	Gesamtergebnis
Asphalt	3.407	1.492	91	12	5.002
Beton	33	157	3	3	196
Betonstein	11.487	30.887	3.009	141	45.524
Naturstein	104	287	6	3	400
wassergebunden	349	435	35	72	891
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>15.380</b>	<b>33.258</b>	<b>3.144</b>	<b>231</b>	<b>52.013</b>

Abb. 7: Anzahl (Stück) der Verkehrsflächen nach Funktion und Deckschichtart

Die folgende Abbildung 8 zeigt die **Flächengrößen** der einzelnen befestigten Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und Deckschichtart.

Deckschichtart	Fahrbahn	Geh-/Radwege	Parken	sonstige Flächen	Gesamtergebnis
Asphalt	2.148.497	110.256	6.239	189	2.265.182
Beton	3.919	6.492	165	35	10.611
Betonstein	790.845	1.014.993	115.483	1.304	1.922.626
Naturstein	11.839	6.752	480	22	19.093
wassergebunden	162.621	23.506	3.793	3.747	193.667
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>3.117.722</b>	<b>1.161.999</b>	<b>126.160</b>	<b>5.297</b>	<b>4.411.178</b>

Abb. 8: Flächengröße (m<sup>2</sup>) der Verkehrsflächen nach Funktion und Deckschichtart

Eine netzweite und flächenhafte Visualisierung der erfassten Daten wird durch verschiedene thematische Auswertungen ermöglicht, die dem Auftraggeber in Form von Shape-Daten zur Verfügung gestellt wurden.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen solche Visualisierungen beispielhaft für die Darstellung der Funktionen (Abb. 9) sowie die Deckschichtarten (Abb. 10).



Abb. 9: Beispiel einer thematischen Karte (Einfärbung nach Funktionen)



Abb. 10: Beispiel einer thematischen Karte (Einfärbung nach Deckschichtarten)

## 2.2 Zustand 2019

### 2.2.1 Methodik der visuellen Zustandserfassung

Mit der Zustandserfassung werden die aktuellen Oberflächeneigenschaften einer Verkehrsfläche erfasst. Der aktuelle bauliche Zustand der Verkehrsfläche bestimmt maßgeblich, ob und wann Erhaltungsmaßnahmen durchzuführen sind. Ein sinnvolles Erhaltungsmanagement ist nur mit der Erfassung und Bewertung des baulichen Zustandes durchführbar. Im Rahmen des Erhaltungsmanagements ist eine periodische Zustandserfassung geboten. Die visuelle Zustandserfassung wird im Zuge einer Inaugenscheinnahme durchgeführt, wobei der bauliche Zustand der befestigten Verkehrsflächen durch visuelle Beobachtung von Fachleuten in Form von an der Oberfläche erkennbaren Zustandsmerkmalen erfasst wird. Aktuell existiert für die visuelle Zustandserfassung keine einheitliche Normierung. In Fachkreisen üblich sowie von uns empfohlen und durchgeführt, wird eine homogene Abschnittsbildung bereits bei der Erfassung.

Für alle befestigten Verkehrsflächen wurde der Zustand nach den Regelwerken (E EMI 2012 und den AP 9) der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV) bestimmt. Dabei wurden folgende Zustandsgrößen mit Schadensursachen erfasst:

#### Ebenheit im Längsprofil:

- Aufwölbungen
- Setzungen

#### Ebenheit im Querprofil:

- Spurrinnen

#### Flickstellen:

- Versorgungsgräben
- Flicke

#### Rissbildung:

- Querrisse
- Setzungsrisse
- Frostrisse
- Netzsrisse
- Belagsrandrisse

#### allgemeine Oberflächenschäden:

- Offene Nähte
- Abrieb
- Ausmagerungen
- Ablösungen
- Schlaglöcher

Die Beurteilung der Straßenflächen erfolgte getrennt für jede Fläche eines Erfassungsabschnitts aus dem KKM. Dabei wurden für zusammenhängende Flächen mit gemeinsamen Schadensmerkmalen ggf. homogene Abschnitte gebildet. Die erfassten Zustandsgrößen wurden im Rahmen einer Normierung in Zustandsnoten überführt.

Da die erfassten Zustandswerte allein noch keine hinreichende Grundlage zur Ermittlung der passenden baulichen Erhaltungsmaßnahmen bilden, wurden zusätzlich für alle befestigten Flächen die jeweiligen Hauptschadensursachen ermittelt.

Die nachfolgende Abbildung 11 verdeutlicht die methodischen Zusammenhänge der Ermittlung der einzelnen Teilzielwerte Schadenswert (TWRIO), Substanzwert (TWSUB) und Gebrauchswert (TWGEB) bis hin zum Gesamtwert (GW) = (Max [TWGEB; TWSUB]). Die einzelnen Anteile und Abhängigkeiten der Zustandsmerkmale, die zu den jeweiligen Teilwerten führen, sind unmittelbar ersichtlich.

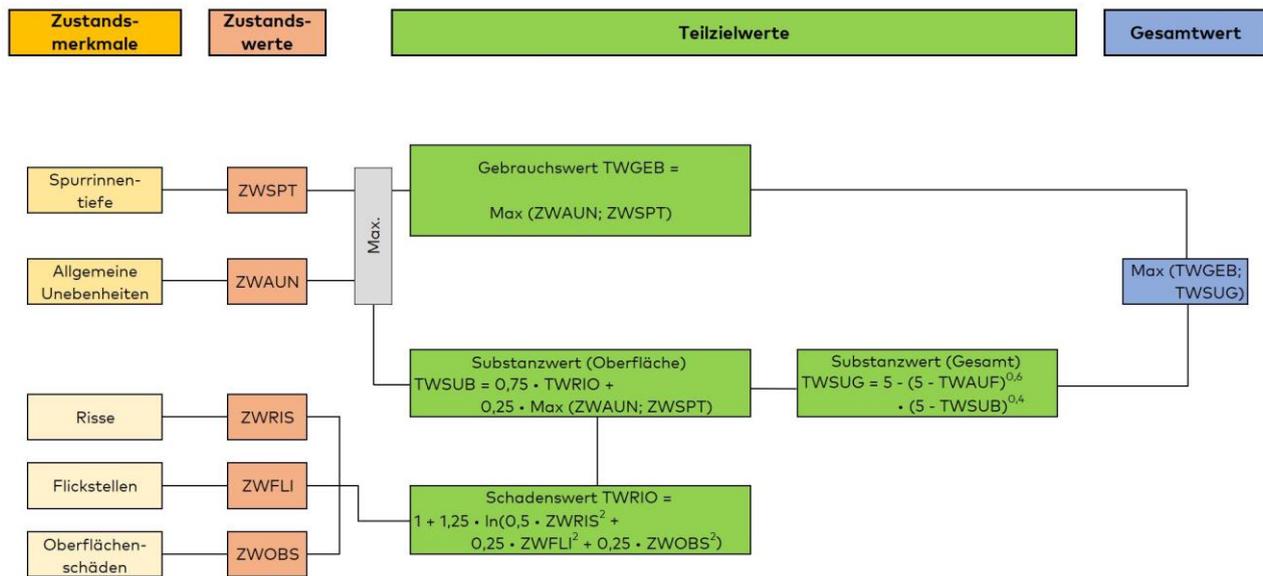


Abb. 11: Berechnungsmethodik des Gesamtwertes (GW) (Quelle: FGSV)

Die berechneten Gesamtwerte wurden entsprechend der nachfolgenden Abbildung 12 in Zustandsklassen (ZK) überführt. Es entstanden gemäß FGSV-Systematik insgesamt acht Zustandsklassen zwischen 1 (entspricht einem sehr guten Zustand) und 8 (entspricht einem sehr schlechten Zustand).

Zustandsklasse	Wertebereich GW	Erläuterungen
1	kleiner 1,5	Zielwert, Neubauzustand, sehr guter Zustand
2	von 1,5 bis 2,0	Guter Zustand, langfristige Planung
3	von 2,0 bis 2,5	
4	von 2,5 bis 3,0	Mittlerer Zustand, Maßnahmen sind mittelfristig zu planen
5	von 3,0 bis 3,5	
6	von 3,5 bis 4,0	Warnwert überschritten; schlechter Zustand, intensive Beobachtung erforderlich, Maßnahmen planen
7	von 4,0 bis 4,5	
8	ab 4,5	Schwellenwert überschritten: sehr schlechter Zustand, überfällig, Maßnahmen (z.B. Verkehrsbeschränkung) erforderlich

Abb.12: Ableitung von Zustandsklassen aus den berechneten Gesamtwerten

Als wichtiger Grenzwert für den Zustand eines Straßenabschnittes gilt ein Zustandswert von 3,5. Dieser Wert definiert nicht nur den Übergang von der Zustandsklasse 5 (mittlerer Zustand) zur Zustandsklasse 6 (schlechter Zustand), sondern wird auch als Warnwert angesehen, ab dessen Überschreitung spätestens mit der Planung von Erhaltungsmaßnahmen begonnen werden sollte. Diese Tatsache wird durch den von der E-EMI vorgesehenen Farbübergang von grün zu gelb auch optisch verdeutlicht.

Den Übergang von der gelben bzw. orangen zu einer roten Farbgebung bildet der auch als Schwellenwert bezeichnete Zustandswert von 4,5 (sehr schlechter Zustand). Mit Überschreitung dieses Schwellenwertes müssen zur Wahrung der Verkehrssicherheit sofortige Maßnahmen in Form von Verkehrsbeschränkungen bis hin zu vollständigen Streckensperrungen getroffen werden.

### 2.2.2 Ergebnis der Zustandsbewertung

Insgesamt wurden im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung 52.013 Flächen mit einer Gesamtgröße von über 4.400.000 m<sup>2</sup> bearbeitet.

Im Ergebnis der Zustandsbewertung ergibt sich für die Verkehrsflächen der Stadt Rheine ein durchschnittlicher flächengewichteter Gesamtwert von 2,4. Dies entspricht der Zustandsklasse 3 und damit insgesamt noch einem guten Zustand.

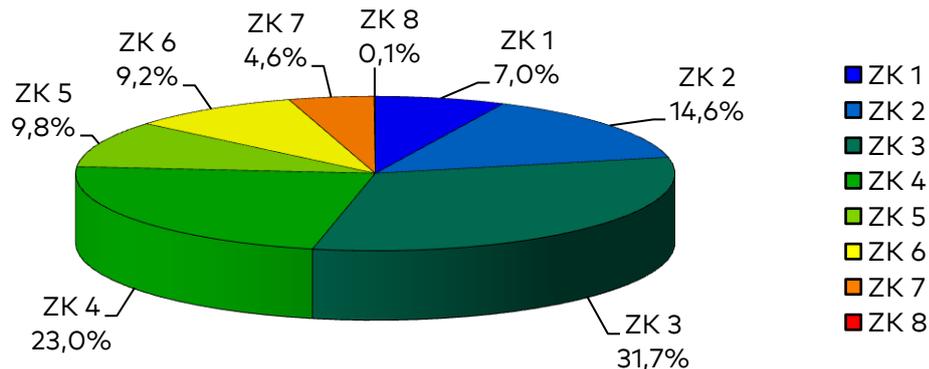


Abb. 13: Verteilung der Zustandsklassen auf die Gesamtflächen in 2019

Bei detaillierter Betrachtung weisen derzeit etwa 14 % der Flächen mit einem Gesamtwert von mehr als 3,5 einen schlechten Zustand auf (Zustandsklassen 6; 7 und 8). Fast ein Drittel der Verkehrsflächen sind zudem mit mittleren Schäden (ZK 4 und 5) belastet. Auch diese Flächen werden in den kommenden Jahren vermutlich in einen kritischen Zustand übergehen.

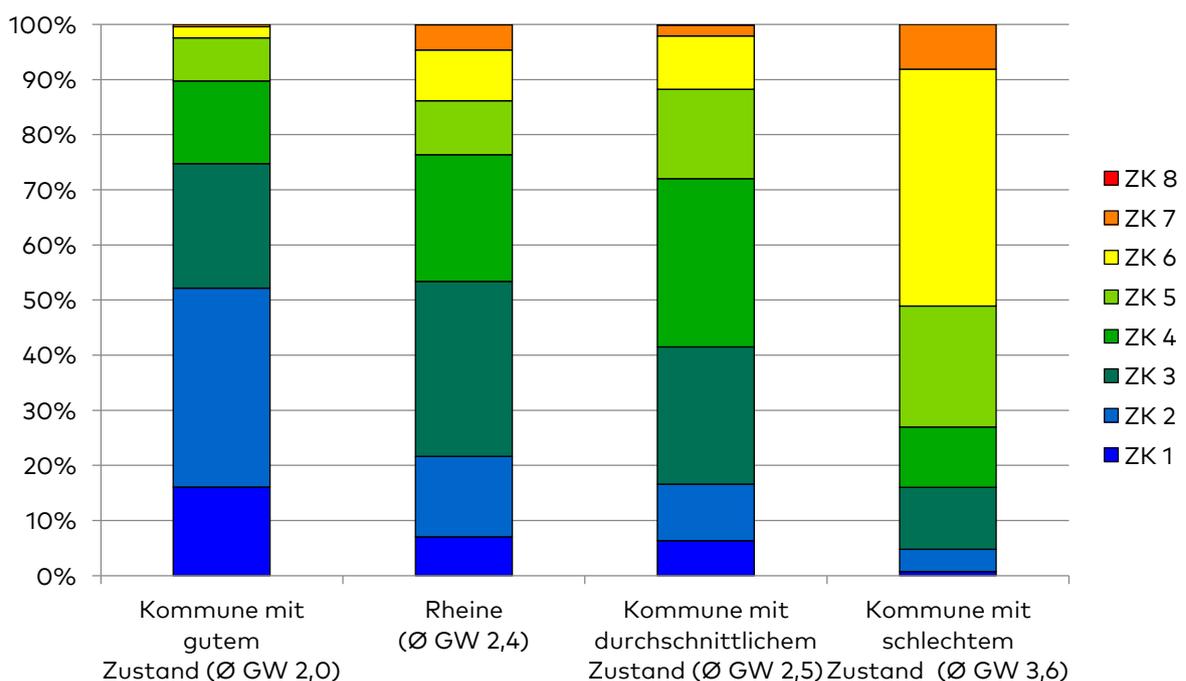


Abb. 14: Verteilung der Zustandsklassen auf die Gesamtflächen in 2019 im Vergleich

Im Vergleich zu anderen Kommunen ähnlicher Größe weisen die Verkehrsflächen der Stadt Rheine einen durchschnittlichen Zustand auf. Auffällig ist der mit ca. 32 % vergleichsweise hohe Anteil an Flächen, die Zustandsklasse 3 zugeordnet wurden. Diese Häufung betrifft in besonderem Maße die Nebenanlagen (Vgl. Abb. 17). Hier fallen sogar 45 % der Flächen in diese Kategorie.

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen, unterschieden nach ihren Funktionen und Zustandsklassen, zeigt Abbildung 15.

Fläche m <sup>2</sup>	2019								
Funktion	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Fahrbahn	205.2	402.0			399.49	394.36	199.09	3.01	3.117.72
Geh- /Radwege	91	01	816.675	697.787	5	1	6	7	2
Parken		199.84							1.161.99
sonstige Flächen	95.763	5	533.012	290.811	29.031	10.237	3.218	83	9
Gesamtergeb- nis	9.021	43.103	46.934	23.776	2.479	618	229	-	126.160
	222	395	1.053	2.950	214	462	-	-	5.297
	310.29	645.34	1.397.67	1.015.32	431.22	405.67	202.54	3.09	4.411.17
	7	4	4	4	0	8	3	9	8

Abb. 15: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2019

Die überwiegende Mehrheit der bewerteten Flächen sind Fahrbahnen von denen ca. 19 % einen schlechten Zustand aufweisen.

Die nachfolgende Abbildung 16 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihren Deckschichtarten und Zustandsklassen.

Fläche m <sup>2</sup>	2019								
Deckschichtart	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Asphalt	193.55	250.01	386.84		390.18	399.56	199.00	3.02	2.265.1
Beton	3	4	5	442.992	4	3	8	3	82
Betonstein	1.569	2.387	1.969	1.007	1.003	180	2.495		10.611
Naturstein	113.20	386.19	924.30	473.69					1.922.62
wassergebunden	1	5	9	0	21.890	3.090	175	76	6
Gesamtergeb- nis	1.781	2.327	5.249	7.786	600	588	762		19.093
	193	4.419	79.303	89.849	17.542	2.256	104		193.667
	310.29	645.34	1.397.6	1.015.3	431.22	405.67	202.54	3.09	4.411.17
	7	4	74	24	0	8	3	9	8

Abb. 16: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2019

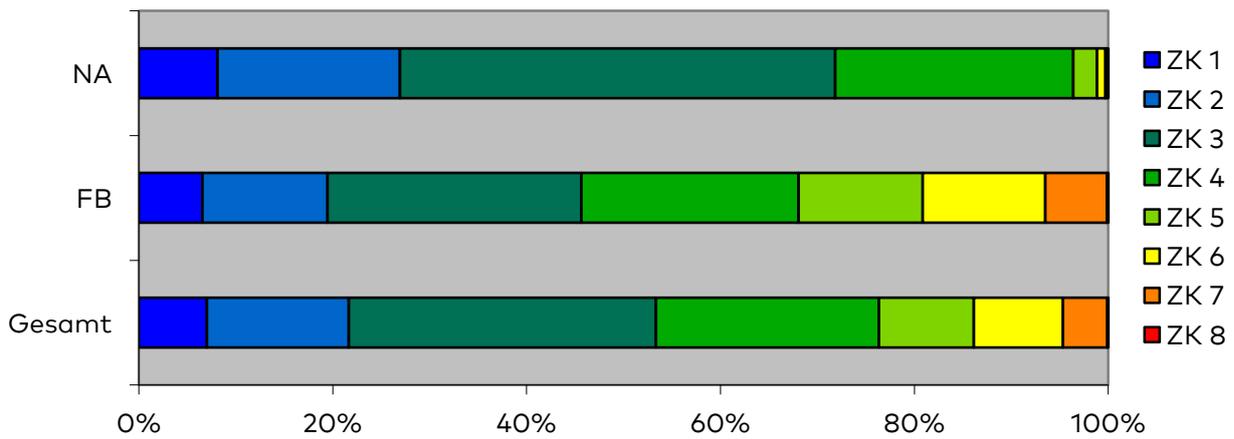


Abb. 17: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2019

Die dargestellten Ergebnisse machen deutlich, dass die Fahrbahnflächen im Vergleich zu den Nebenanlagen in einem deutlich schlechteren Zustand sind.

Ein Auszug einer thematischen Karte zeigt die nachfolgende Abbildung (Abb. 18). Einige beispielhafte Schadensbilder sind zudem zur Verdeutlichung in Anlage 1 dokumentiert.



Abb. 18: Ausschnitt der Netzdarstellung der visualisierten Gesamtwerte im Jahr 2019

Im Rahmen der Erfassung der Schadensmerkmale wurden auch die Hauptschadensursachen erhoben. Die häufigsten Ursachen für Schäden sind Setzungen und Risse. Auch Schäden durch Aufbrüche (Flicke) spielen eine große Rolle, da diese bei sorgfältiger Ausführung größtenteils vermieden werden können. Eine Übersicht über die Verteilung der Schadensursachen findet sich in Abbildung 19.

Hauptschadensursache	Anzahl	Fläche m <sup>2</sup>
Aufwölbungen/Setzungen	8.896	600.404
Ab-/Anrisse durch Setzungen	665	379.473
Querrisse	300	226.583
Belagsrandrisse	349	224.128
Netzrisse, wilde Risse	329	208.564
Setzungen	490	132.263
Flicke	177	116.617
Ausmagerung	166	44.441
Kornausbruch	134	25.002
Ablösungen	129	23.293
Offene Nähte	26	16.302
Spurrinnen in der Radspur	76	15.872
Gräben von Versorgungsträgern	32	12.675
Schlaglöcher	25	7.804
Schwitzen	6	7.744
Rissbildung	107	7.577
Abplatzungen	82	6.063
Aufwölbungen	10	2.661
Abrieb	3	2.115
Walzrisse	1	31
Summe	12.003	2.059.611

Abb.19: Auflistung der ermittelten Hauptschadensursachen sortiert nach der jeweiligen Gesamtflächengröße

Risse gelten als eindeutiges Indiz für eine Überbeanspruchung des gebundenen Oberbaus verursacht entweder durch die Verkehrsbeanspruchung oder durch temperaturbedingte Spannungen.

Setzungen entstehen in der Regel durch unzureichende Verfestigung des Oberbaus und/oder des Unterbaus. Ein häufiges Auftreten kann ein Hinweis dafür sein, dass der jeweilige Straßenaufbau nicht bzw. nicht mehr der tatsächlichen Beanspruchungsklasse entspricht. Weitere Gründe können durch eindringendes Wasser verursachte Unterspülungen der ungebundenen Schichten sein.

## 3. Erhaltungskonzept

### 3.1 Allgemeines

Wichtigste Grundlage sowohl für den operativen als auch den strategischen Ansatz ist die Darstellung und Bewertung des aktuellen Ist-Zustandes. Mit dem strategischen Erhaltungsmanagement können die langfristigen Entwicklungen des Zustandes prognostiziert und, darauf aufbauend, die Folgen bestimmter Maßnahmen unter den vorgegebenen Randbedingungen abgeschätzt werden. Hierbei sind zwar die bestehenden Unsicherheiten bezüglich der verwendeten Prognosefunktionen zu berücksichtigen. Empirisch belegt ist allerdings, dass sich mit diesem Verfahren der Nutzen hinsichtlich der Zielvorgabe signifikant optimieren lässt.

Ein strategisches Erhaltungsmanagement zeigt auf, welches Budget zur Erreichung einer bestimmten Qualität notwendig ist (Qualitätsszenario) bzw. wie sich die Qualität bei vorgegebenen Budgets entwickelt (Budgetszenario). Beide Szenariotypen erlauben eine Quantifizierung von Zusammenhängen zwischen Mitteleinsatz und Zustandsentwicklung, so dass bereits im Vorfeld einer Entscheidung die Machbarkeit verschiedener Ziele realistisch eingeschätzt werden kann.

### 3.2 Prognoseszenario

Die Erstellung eines Erhaltungskonzeptes für einen vorgegebenen Zeitraum erfordert unter anderem immer die Prognose des zukünftigen zeitlichen Verlaufs der aktuell ermittelten Zustandsdaten. Dies ist nur unter Zugrundelegung bestimmter Modellannahmen möglich. Konkret werden dabei für jede Fläche die jeweiligen Schadensmerkmale einzeln prognostiziert, so dass sich unterschiedliche Schadensverläufe entsprechend der angenommenen Entwicklung einstellen lassen.

Wie unterschiedlich die einzelnen Schadensverläufe ausfallen, lässt sich am besten am Beispiel der Spurrinnen und Risse verdeutlichen. Während sich die Zustandswerte für Spurrinnen bereits bei relativ neuwertigen Flächen zügig verschlechtern, um später in einen konsolidierenden Verlauf zu wechseln, verhalten sich die Zustandswerte für Risse dagegen stark progressiv. Typischerweise sind auf neuwertigen Flächen zunächst über einen längeren Zeitraum nur sehr wenige Risse zu beobachten. Mit dem Auftreten der ersten Risse beschleunigt sich jedoch die Rissbildung sehr stark. Im Ergebnis ergibt sich für jedes Schadensmerkmal eine separate Verlaufskurve (Vgl. Abb. 20).

Der Prognosezeitraum wurde auf 10 Jahre festgelegt. Alle folgenden Erläuterungen und Auswertungen beziehen sich dementsprechend auf den Zeitraum von 2019 bis 2029.

Verlaufskurven der Zustandswerte

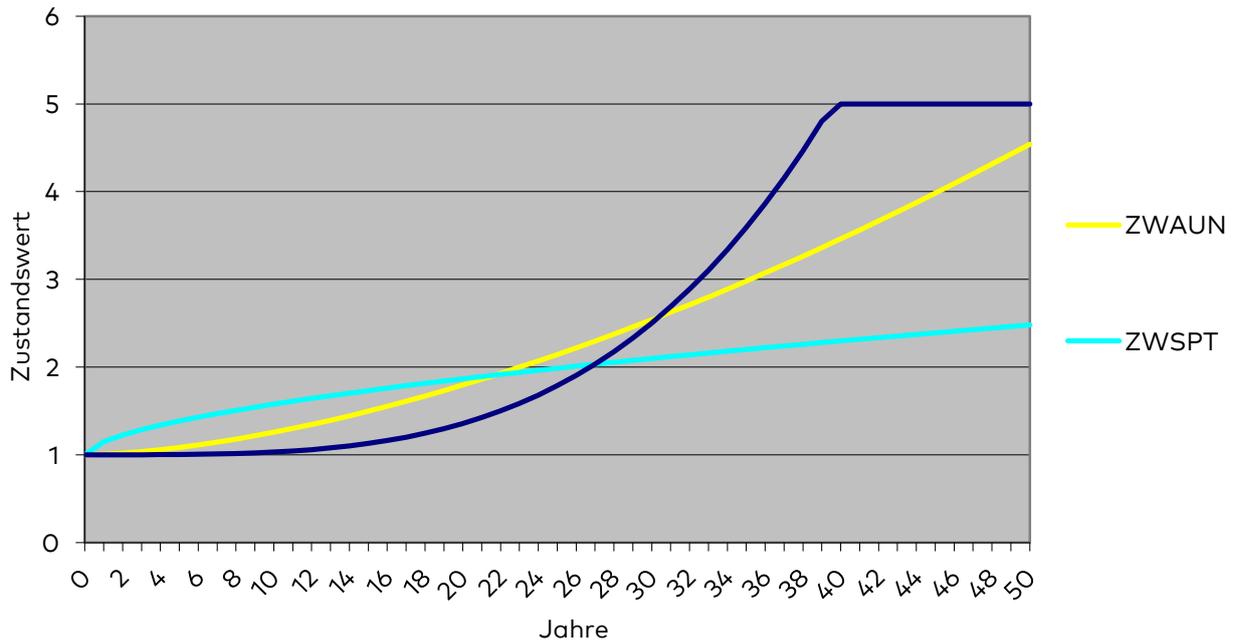


Abb. 20: Verlaufskurven der Zustandswerte für allg. Unebenheiten (ZWAUN), Spurrinnen (ZWSPT) und Risse/Oberflächenschäden/Flicke (ZWRIS/OBS/FLI) für „Rheine“

Die verwendeten Verlaufskurven basieren auf den Arbeitspapieren (AP) der FGSV, Reihe R. Da für das vorliegende Erhaltungskonzept lediglich eine Momentaufnahme vorliegt und für die meisten Flächen eine Nutzungsdauer von 40-50 Jahren angenommen werden kann, wird grundsätzlich ein langsamer Verlauf unterstellt. Mit Hilfe einer weiteren Zustandserfassung zu einem späteren Zeitpunkt könnten die qualitativen Aussagen des Konzeptes weiter validiert und präzisiert werden.

Verlauf $ZW(t)=1+a*t^b$	Verhaltens- klasse	Koeffi- zienten	ZWAUN	ZWSPT	ZWRIS/OBS/FLI
„Rheine“	1	a	0,0060	0,1500	0,0000088
		b	1,6310	0,5850	3,5420000
mittel	2	a	0,0210	0,3520	0,0000356
		b	1,5510	0,6320	3,4190000
schnell	3	a	0,0577	0,5246	0,0004370
		b	1,4150	0,6660	3,0000000
sehr schnell	4	a	0,1685	0,8394	0,0051000
		b	1,3800	0,6781	2,6000000

Abb. 21: Verlaufskoeffizienten

### 3.3 Szenarienbetrachtung

#### 3.3.1 Strategie „Do Nothing“

In einem ersten Szenario wird die Strategie „Do Nothing“ untersucht. Ohne weitere Erhaltungsmaßnahmen würde der durchschnittliche Straßenzustand im Jahr 2029 einen Gesamtwert von 3,4 erreichen. Dies entspricht der Zustandsklasse 5.

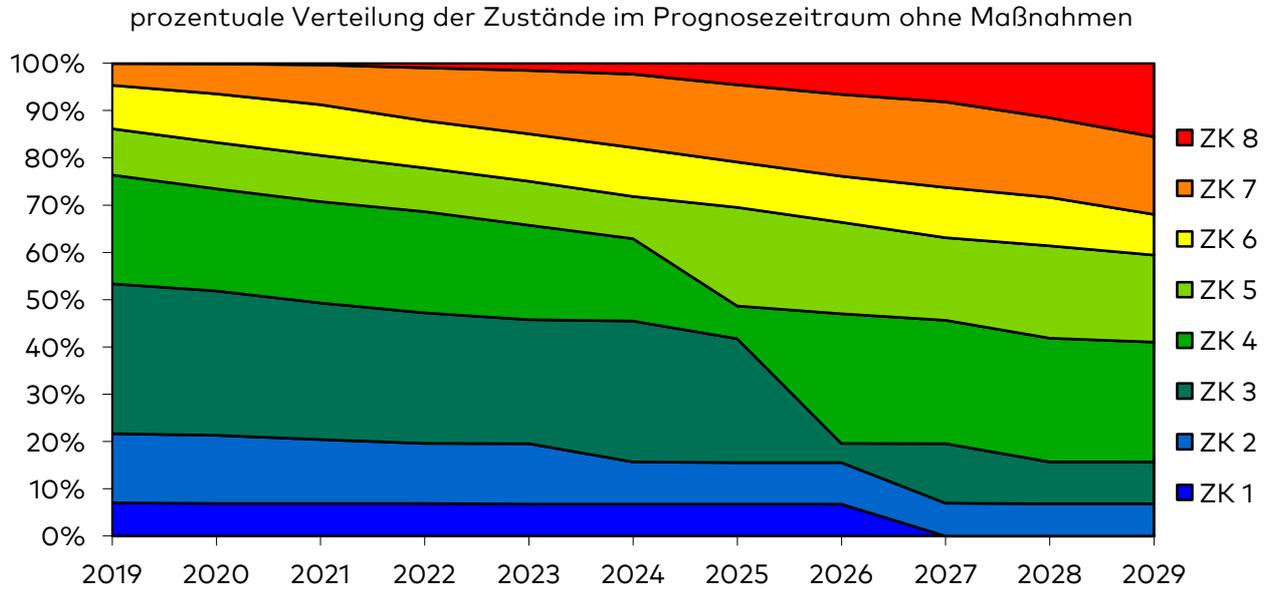


Abb. 22: prozentuale Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen 2019-2029

Mehr als 40 % der befestigten Flächen hätten dann einen kritischen Zustand erreicht (Abb. 23). Betroffen wären hauptsächlich Flächen mit einer Deckschicht aus Asphalt (Abb. 24). Die unmittelbaren Konsequenzen einer solchen Entwicklung wären Verkehrsbeschränkungen bis hin zu vollständigen Straßensperrungen.

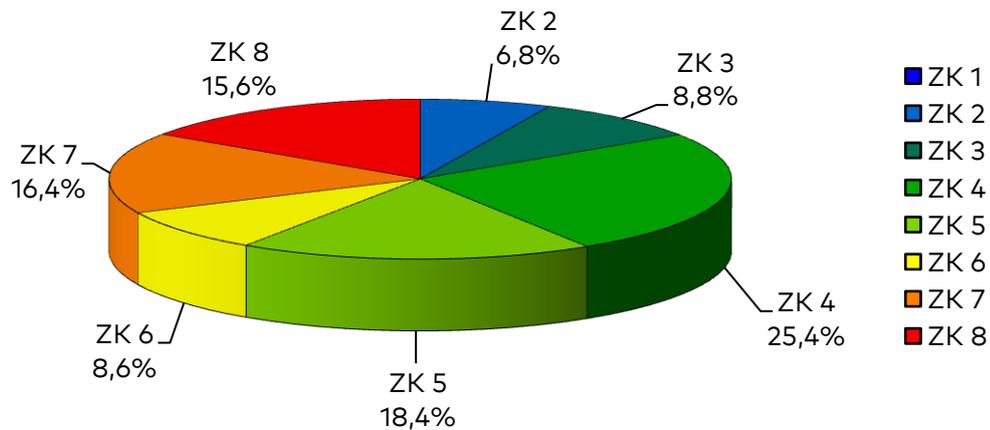


Abb. 23: Verteilung der Gesamtflächen auf die Zustandsklassen in 2029

Die folgende Abbildung 24 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und Zustandsklasse im Jahre 2029.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Funktion	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Fahrbahn			215.24			327.39	678.07	669.75	3.117.72
Geh-/Radwege	196.516	5	589.312	441.430	4	0	5		2
Parken	95.165	6	477.130	8	49.615	42.734	15.453		9
sonstige Flächen	9.021	32.648	51.126	27.392	2.166	2.986	822		126.160
Gesamtergebnis	222	395	921	2.966	99	231	462		5.297
	300.92	390.18	1.118.48		379.27	724.02	686.49		4.411.17
	4	4	9	811.795	3	1	2		8

Abb. 24: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2029

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Deckschichtart und Zustandsklasse im Jahre 2029 zeigt Abbildung 25.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Deckschichtart	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Asphalt	184.64	105.32	153.05	161.98	307.34	675.12	677.71		2.265.18
Beton	6	0	0	8	0	6	2		2
Betonstein	1.339	1.029	2.606	712	566	1.180	3.179		10.611
Naturstein		277.82		552.68					1.922.62
wassergebundenen	112.965	4	879.121	9	68.322	29.251	2.454		6
Gesamtergebnis	1.781	1.592	4.408	6.558	3.045	921	787		19.093
	193	4.419	79.303	89.849		17.542	2.361		193.667
	300.92	390.18	1.118.48	811.79	379.27	724.02	686.49		4.411.17
	4	4	9	5	3	1	2		8

Abb. 25: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2029

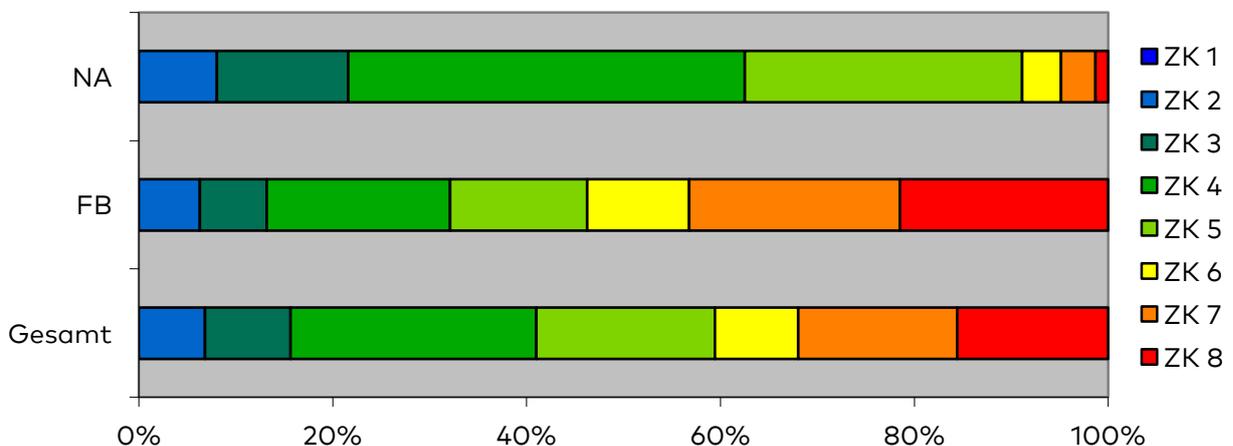


Abb. 26: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2029

Die dargestellten Ergebnisse der Auswertungen machen deutlich, dass im Jahr 2029 vor allem die Flächen mit einer Deckschicht aus Asphalt stark betroffen wären.

Einen Auszug einer thematischen Karte des Gesamtwertes zeigt die nachfolgende Abbildung.



Abb. 27: Ausschnitt der Netzdarstellung der visualisierten Gesamtwerte ohne Ergreifen von Maßnahmen im Jahr 2029

### 3.3.2 Strategie „unbegrenzt Budget“

In einem zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass nahezu unbegrenzte Finanzmittel für die Erhaltung der Verkehrsflächen zur Verfügung stehen. Hierbei kann im betrachteten Zeitraum der nächsten 10 Jahre jeweils eine Maßnahme je Fläche durchgeführt werden. Die Maßnahme wird dabei entsprechend den zu Grunde liegenden Schäden kostenoptimiert in Ansatz gebracht, d. h. es wird nicht zwangsläufig immer mit einer grundhaften Sanierung gerechnet. Um den Zustand der Flächen mit der notwendigen Kosteneffizienz verbessern zu können, werden stattdessen entsprechend der ermittelten Hauptschadensursachen die am besten geeigneten Erhaltungsmaßnahmen definiert.

Für die Festlegung des richtigen Eingriffszeitpunktes wurden die geltenden Regelwerke der FGSV verwendet: Im Folgenden wurde für alle Flächen bei Überschreitung eines Gesamtwertes von 3,5 Maßnahmen ergriffen. Diese Maßnahmen werden so ausgesucht, dass möglichst keine Zweitmaßnahme innerhalb des betrachteten Zeitraumes mehr erforderlich wird.

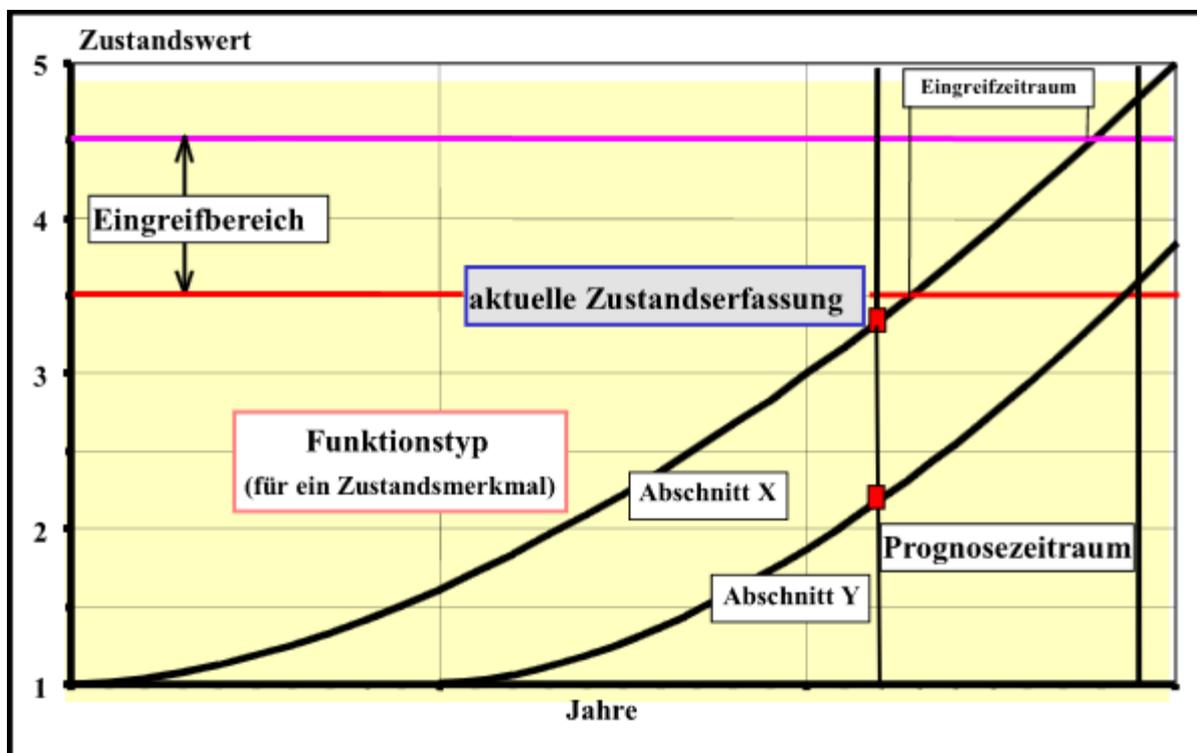


Abb. 28: Schematische Darstellung zur Abschätzung der Zustandsentwicklung und des Eingriffszeitraums auf der Grundlage einer Zustandserfassung (FGSV AP, Reihe R)

Für die anzunehmenden Kosten der durchzuführenden Maßnahmen wurden ausschließlich ortsübliche Kosten angesetzt, um das Prognoseszenario so realistisch und exakt wie möglich zu gestalten. Diese Kosten wurden im Vorhinein detailliert mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Maßnahmenart	Code	Dicke in mm (für Fahr- bahnen)	Einheitspreis für Fahrbahnen und Parkflächen [€/qm]	Einheitspreis für Geh- und Radwege [€/qm]
Oberflächenbehandlungen	OB	5	20	20
Dünnschichtbelag	DB	20	25	25
Fräsen und Tiefeinbau der Deckschicht	DT	40	35	30
Deckenerneuerung mit Asphaltarmierung	DA	40	45	40
Hocheinbau der Deckschicht	DH	40	25	20
Umpflastern (mit Materialersatz Betonstein)	UP	100	50	50
Umpflastern (mit Materialersatz Naturstein)	UA	100	75	75
Tiefeinbau der Deck- und Binderschicht (Decke)	TD	40...120	65	55
Fräsen und Tiefeinbau der Deckschicht	VT	80	60	50
Verstärkung der Decke (8 cm Asphalt)	VD	80	35	35
Tiefeinbau der gebundenen Schichten (Asphalt oder Pflaster)	TG	180...340	100	90
Tiefeinbau des gesamten Oberbaus in Asphalt	TO	700	140	120

Abb. .29: Einheitspreise in „Rheine“ für Erhaltungsmaßnahmen (Stand 2019)

Die Kostenaufstellung in Abbildung 29 ist nicht inflationsbereinigt. Pauschalierte Ansätze für die Unterhaltung der Strecken sind hierin nicht enthalten.

Die Maßnahmen mit dem Code TD, TG und TO könnten mögliche beitragspflichtige Straßenausbaumaßnahmen im Sinne des Kommunalabgabengesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen (KAG) sein. Diese Maßnahmen sind gemäß Regelwerk der FGSV als Erneuerung definiert.

Unter Zugrundelegung der in Abb. 29 dargestellten Maßnahmenkosten ergibt sich der zukünftige Investitionsbedarf wie folgt:

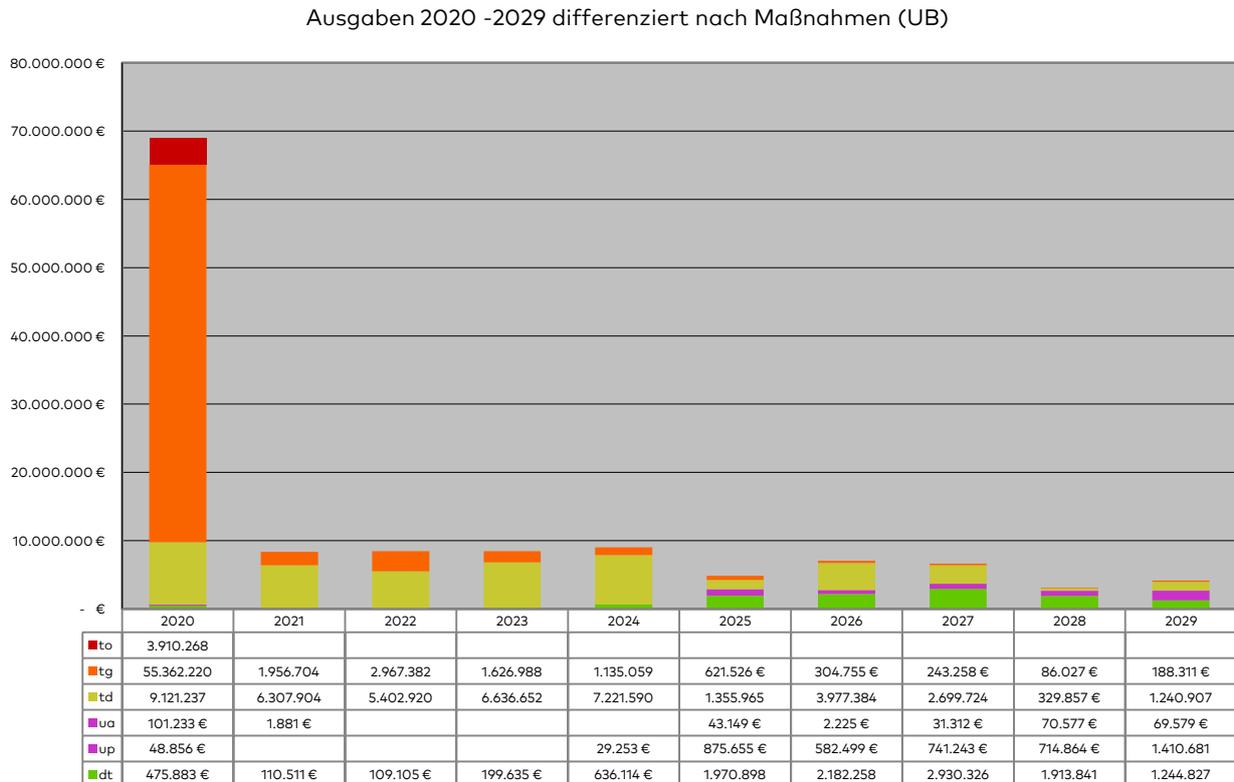


Abb. 30: Prognose 2020 -2029 differenziert nach Maßnahmen (ohne Budgetbegrenzung)

Bedeutung der berücksichtigten Maßnahmenarten:

- to Tiefeinbau des gesamten Oberbaus <sup>1</sup>,
- tg Tiefeinbau der gebundenen Schichten <sup>1</sup>,
- td Tiefeinbau der Deck- und Binderschicht <sup>1</sup>,
- ua Umpflastern (Naturstein),
- up Umpflastern (Betonstein),
- dt Tiefeinbau der Deckschicht (4cm).

Der aus den errechneten Werten abgeleitete notwendige **Gesamtinvestitionsbedarf** über die nächsten 10 Jahre beträgt **ca. 129,2 Mio. Euro**. Dabei entfallen mit **ca. 69,0 Mio. Euro** mehr als 50 % der Gesamtkosten **allein auf das erste Jahr**.

Im Unterschied zu diesem extrem großen Kostenblock belaufen sich die Aufwendungen in den letzten beiden Jahren (2028 und 2029) im Mittel „nur noch“ auf etwa 3,6 Mio. Euro pro Jahr.

<sup>1</sup> Die Maßnahmen mit dem Code TD, TG und TO könnten mögliche beitragspflichtige Straßenausbaumaßnahmen im Sinne des Kommunalabgabengesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen (KAG) sein. Diese Maßnahmen sind gemäß Regelwerk der FGSV als Erneuerung definiert.

Mit Durchführung dieser Erhaltungsmaßnahmen würde der durchschnittliche Straßenzustand im Jahr 2029 einen Gesamtwert von 2,2 erreichen. Dies entspricht einer Verbesserung gegenüber dem aktuell ermittelten Gesamtwert von 2,4. Als mittlere Zustandsklasse würde sich eine 3 ergeben.

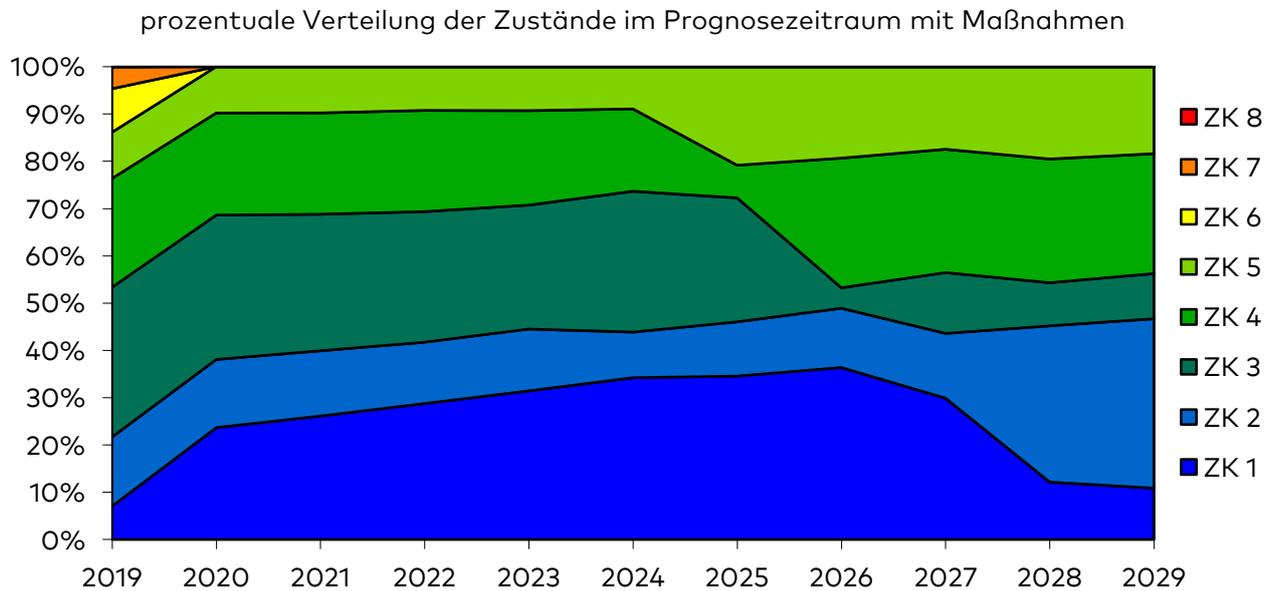


Abb. 31: prozentuale Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen 2019-2029

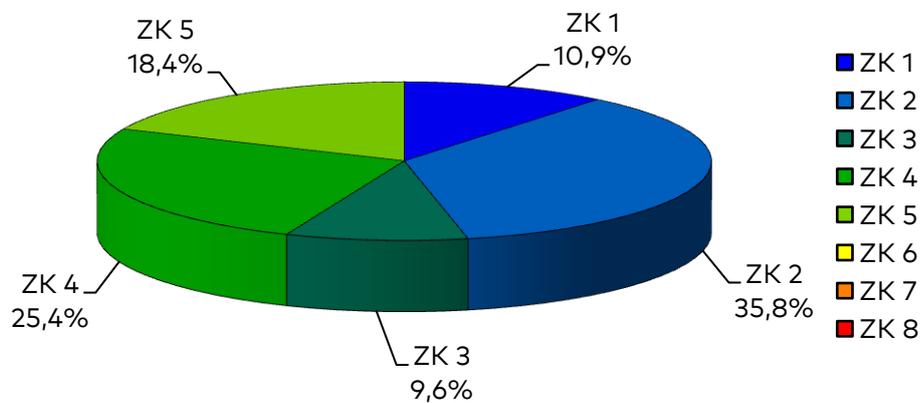


Abb. 32: Verteilung der Gesamtflächen auf die Zustandsklasse in 2029

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und ihrer Zustandsklasse im Jahre 2029 zeigt Abbildung 33.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Funktion	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Fahrbahn	443.40		232.66						3.117.72
	8	1.410.911	1	589.312	441.430	-	-	-	2
					340.00				1.161.99
Geh-/Radwege	33.279	156.022	155.561	477.130	8	-	-	-	9
Parken	2.128	12.557	32.957	51.126	27.392	-	-	-	126.160
sonstige Flächen	148	768	495	921	2.966	-	-	-	5.297
Gesamtergebnis		1.580.25	421.67	1.118.48					4.411.17
	478.963	7	4	9	811.795	-	-	-	8

Abb. 33: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2029

Die folgende Abbildung 34 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihren Deckschichtarten und Zustandsklassen im Jahre 2029.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Deckschichtart	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Asphalt	441.337	1.393.553	115.254	153.050	161.988				2.265.18
Beton	1.856	4.408	1.029	2.606	712				10.611
			299.23		552.68				1.922.62
Betonstein	17.076	174.507	3	879.121	9				6
Naturstein	1.152	5.235	1.739	4.408	6.558				19.093
wassergebunden	17.542	2.553	4.419	79.303	89.849				193.667
Gesamtergebnis	478.96	1.580.25		1.118.48					4.411.178
	3	7	421.674	9	811.795				

Abb. 34: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2029

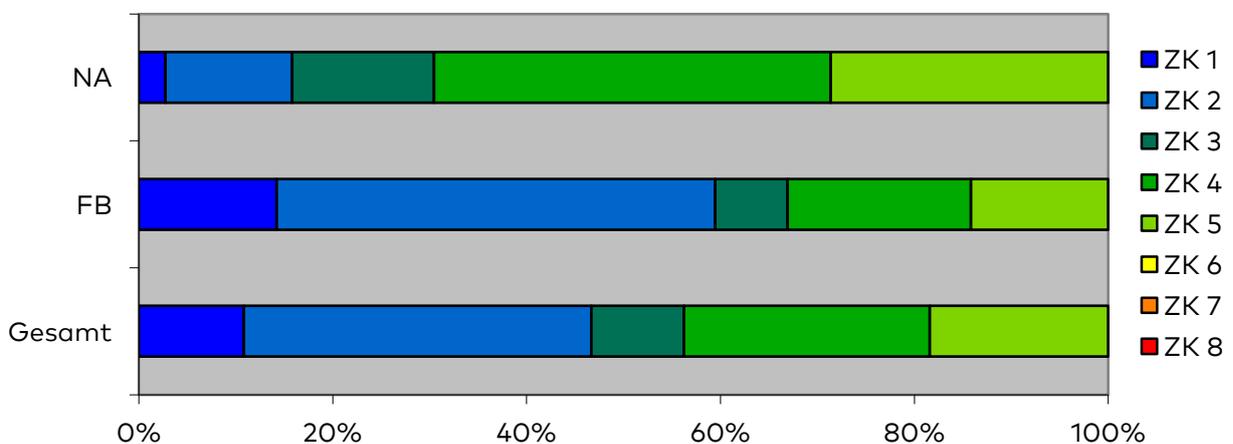


Abb. 35: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2029

Diese Auswertungen machen deutlich, welche Mittel bis 2029 einzusetzen sind, um das durchschnittliche Zustandsniveau des Verkehrswegenetzes und insbesondere der Fahrbahnflächen in Rheine auf einen Gesamtwert 2,2 und damit einer Zustandsklasse von 3 zu verbessern, wodurch die Gebrauchsfähigkeit der Verkehrswege längerfristig sichergestellt werden könnte.

### 3.3.3 Strategie „Bauprogramm mit begrenztem Budget“

Das Erhaltungsmanagement soll einen Überblick über die erforderlichen finanziellen Mittel für den Straßenerhalt und -unterhalt geben und dient der strategischen Erhaltungsplanung, um die Ausgaben am richtigen Ort zur richtigen Zeit einzusetzen. Es soll damit eine Entscheidungshilfe liefern, so dass ein zielgerichtetes, effizientes Vorgehen im Bereich Erhaltung möglich wird.

Bevor jedoch eine optimale Erhaltungsstrategie ausgewählt werden kann, sind zunächst bestimmte Randbedingungen zu definieren, wobei als Randbedingung entweder monetäre (budgetäre) Restriktionen oder aber Anforderungen an den Zustand definiert werden können.

Für das abschließende Szenario wurde als Randbedingung ein jährliches Budget von ca. 4,0 Mio. Euro vorgesehen.



Abb. 36: Beispielhafte Netzdarstellung der visualisierten Maßnahmenart

Eine entsprechende Maßnahmenliste wird dem Auftraggeber auf der beiliegenden CD als Excel-Tabelle in folgender Form zur Verfügung gestellt:

GIS-ID	Str_Abs	Strassenname	Abschnitt	Nutzung	Material	Fläche m²	Kosten	m² Preis	Messn.	Jahr
FL_00069809	Stoelskottenweg (1-22)_90130_0006	Stoelskottenweg (1-22)	0006	Fahrbahn	Asphalt	46,52	6.512,80 €	140,00 €	to	2020
FL_00069807	Stoelskottenweg (1-22)_90130_0006	Stoelskottenweg (1-22)	0006	Ohne	wossergebunden	113,89	13.666,80 €	120,00 €	to	2020
FL_00146085	Stoelskottenweg (1-22)_90130_0006	Stoelskottenweg (1-22)	0006	Ohne	wossergebunden	71,48	8.577,60 €	120,00 €	to	2020
FL_00139049	Stoelskottenweg (1-22)_90130_0006	Stoelskottenweg (1-22)	0006	Zufahrt	Asphalt	16,95	2.034,00 €	120,00 €	to	2020
FL_00139255	Stoelskottenweg (1-22)_90130_0006	Stoelskottenweg (1-22)	0006	Zufahrt	wossergebunden	24,72	2.966,40 €	120,00 €	to	2020
FL_00114293	Staufenstraße (1-12)_91039_0001	Staufenstraße (1-12)	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.222,80	79.482,00 €	65,00 €	td	2020
FL_00113155	Staufenstraße (1-12)_91039_0001	Staufenstraße (1-12)	0001	Fahrbahn	Asphalt	137,94	8.966,10 €	65,00 €	td	2020
FL_00062005	unbekannt_99999_9999	unbekannt	9999	Fahrbahn	Asphalt	389,47	54.525,80 €	140,00 €	to	2020
FL_00114055	unbekannt_99999_9999	unbekannt	9999	Fahrbahn	Asphalt	142,87	20.001,80 €	140,00 €	to	2020
FL_00111295	unbekannt_99999_9999	unbekannt	9999	Parkplatz	Asphalt	74,83	10.476,20 €	140,00 €	to	2020
FL_00160217	Waldhügelweg_90849_0001	Waldhügelweg	0001	Fahrbahn	Asphalt	424,04	42.404,00 €	100,00 €	tg	2020
FL_00080699_A_B	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Fahrbahn	Asphalt	357,78	50.089,20 €	140,00 €	to	2020
FL_00036937	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	103,25	12.390,00 €	120,00 €	to	2020
FL_00088655	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	89,55	10.744,00 €	120,00 €	to	2020
FL_00082529	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	75,53	9.063,60 €	120,00 €	to	2020
FL_00088167	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	72,60	8.712,00 €	120,00 €	to	2020
FL_00080519	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	25,80	3.096,00 €	120,00 €	to	2020
FL_00036415	Zeppelinstraße_90241_0001	Zeppelinstraße	0001	Gehweg	Asphalt	21,28	2.553,60 €	120,00 €	to	2020
FL_00087857_A_A	Alte Kirchstraße_91072_0001	Alte Kirchstraße	0001	Fahrbahn	Asphalt	525,37	52.537,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00087857_A_B	Alte Kirchstraße_91072_0001	Alte Kirchstraße	0001	Fahrbahn	Asphalt	514,81	51.481,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00087857_B	Alte Kirchstraße_91072_0001	Alte Kirchstraße	0001	Fahrbahn	Asphalt	203,99	20.399,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00074945	Am Sternbusch_90832_0001	Am Sternbusch	0001	Fahrbahn	Asphalt	891,11	89.111,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00087199	Auf der Hüchte_90088_0001	Auf der Hüchte	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.298,56	129.856,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00086543	Auf der Hüchte_90088_0002	Auf der Hüchte	0002	Fahrbahn	Asphalt	1.152,10	115.210,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00084933	Bahnhofstraße (20-999)_90940_0001	Bahnhofstraße (20-999)	0001	Fahrbahn	Asphalt	78,12	2.734,20 €	35,00 €	dt	2021
FL_00043743	Bahnhofstraße (20-999)_90940_0001	Bahnhofstraße (20-999)	0001	Fahrbahn	Asphalt	18,59	650,65 €	35,00 €	dt	2021
FL_00043741	Bahnhofstraße (20-999)_90940_0001	Bahnhofstraße (20-999)	0001	Fahrbahn	Asphalt	17,04	596,40 €	35,00 €	dt	2021
FL_00125813	Basilikastraße (1-60)_90454_0002	Basilikastraße (1-60)	0002	Fahrbahn	Asphalt	2.774,44	277.444,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00069357	Basilikastraße (1-60)_90454_0002	Basilikastraße (1-60)	0002	Fahrbahn	Asphalt	342,71	34.271,00 €	100,00 €	tg	2021
FL_00125097_B	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)_90192_0001	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.821,45	118.394,25 €	65,00 €	td	2021
FL_00125097_A	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)_90192_0001	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.086,28	70.608,20 €	65,00 €	td	2021
FL_00128303	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)_90192_0001	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)	0001	Fahrbahn	Asphalt	675,37	43.899,05 €	65,00 €	td	2021
FL_00128467_B	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)_90192_0004	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)	0004	Fahrbahn	Asphalt	405,35	26.347,75 €	65,00 €	td	2021
FL_00128467_A	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)_90192_0004	Bevergermer Straße (132 - 134, gerade)	0004	Fahrbahn	Asphalt	249,46	16.214,90 €	65,00 €	td	2021

Abb. 37: Ausschnitt aus der Liste der budgetorientierten Maßnahmen

Hinweise zur Umsetzung der Maßnahmenliste:

Grundsätzlich sollten vor der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen auf der Ausführungsebene weiterführende Detailplanungen vorgenommen werden. Obwohl nicht zwangsläufig jede Maßnahme diesen detaillierten Planungsprozess durchlaufen muss, empfiehlt es sich, zumindest die Erhaltungsmaßnahmen größeren Umfangs in ein jeweiliges Detailprojekt zu überzuführen. In diesem Rahmen sollten ggf. auch zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden, falls die jeweiligen Schadensursachen bzw. die Schadensausprägungen (z. B. die tatsächliche Tiefe der vorhandenen Risse) nicht genau bekannt sind. In solchen Fällen empfiehlt sich ergänzend eine punktuelle Feststellung der jeweiligen Schadensursachen z. B. durch Tragfähigkeitsuntersuchungen, Bohrkernanalysen oder durch eine Analyse der Frostsicherheit der ungebundenen Tragschichten.

In diesem Zusammenhang sollte außerdem auf eine Koordination mit anderen Infrastruktureinrichtungen bzw. Leitungsträgern geachtet werden, um eventuelle Synergie-effekte optimal nutzen zu können und kurzfristige Instandsetzungen nach Grabungsarbeiten auf neu sanierten Verkehrsflächen unbedingt zu vermeiden. In jedem Fall sollte vor Beginn der Detailplanungen die Kommunikation mit den verantwortlichen Stellen für die relevanten Infrastruktureinrichtungen (z. B. Strom, Gas, Wasser, Abwasser) hergestellt werden,

Über den dargestellten Zeitraum ergibt sich ein Gesamtbudget von ca. 40 Mio. Euro welches über die 10 Jahre weitgehend gleichmäßig verteilt wird. In Abb. 38 ist die entsprechende Kostenverteilung für den Prognosezeitraum 2020 – 2029 detailliert dargestellt.

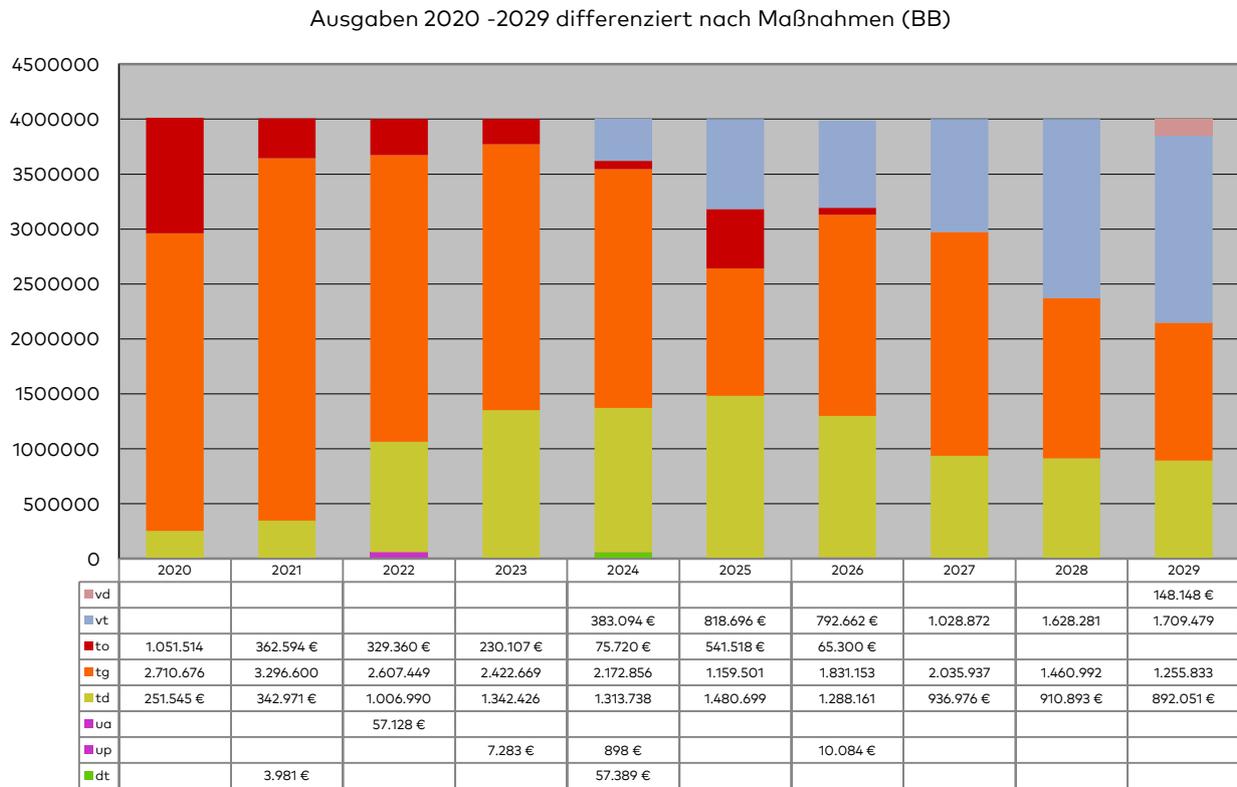


Abb. 38: Prognose Ausgaben 2020 - 2029 differenziert nach Maßnahmenarten

Bedeutung der berücksichtigten Maßnahmenarten:

- vd Verstärkung der Decke (8cm),
- vt Fräsen und Verstärkung der Deckschicht (8cm),
- to Tiefeinbau des gesamten Oberbaus <sup>1</sup>,
- tg Tiefeinbau der gebundenen Schichten <sup>1</sup>,
- td Tiefeinbau der Deck- und Binderschicht <sup>1</sup>,
- ua Umpflastern (Naturstein),
- up Umpflastern (Betonstein),
- dt Tiefeinbau der Deckschicht (4cm).

<sup>1</sup> Die Maßnahmen mit dem Code TD, TG und TO könnten mögliche beitragspflichtige Straßenausbaumaßnahmen im Sinne des Kommunalabgabengesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen (KAG) sein. Diese Maßnahmen sind gemäß Regelwerk der FGSV als Erneuerung definiert.

Unter Aufbringung dieses Budgets würde das Straßennetz im Jahr 2029 einen durchschnittlichen Gesamtwert von 3,1 aufweisen. Dies entspricht der Zustandsklasse 5 und damit einer Verschlechterung gegenüber dem aktuellen Gesamtwert von 2,4 (ZK 3).

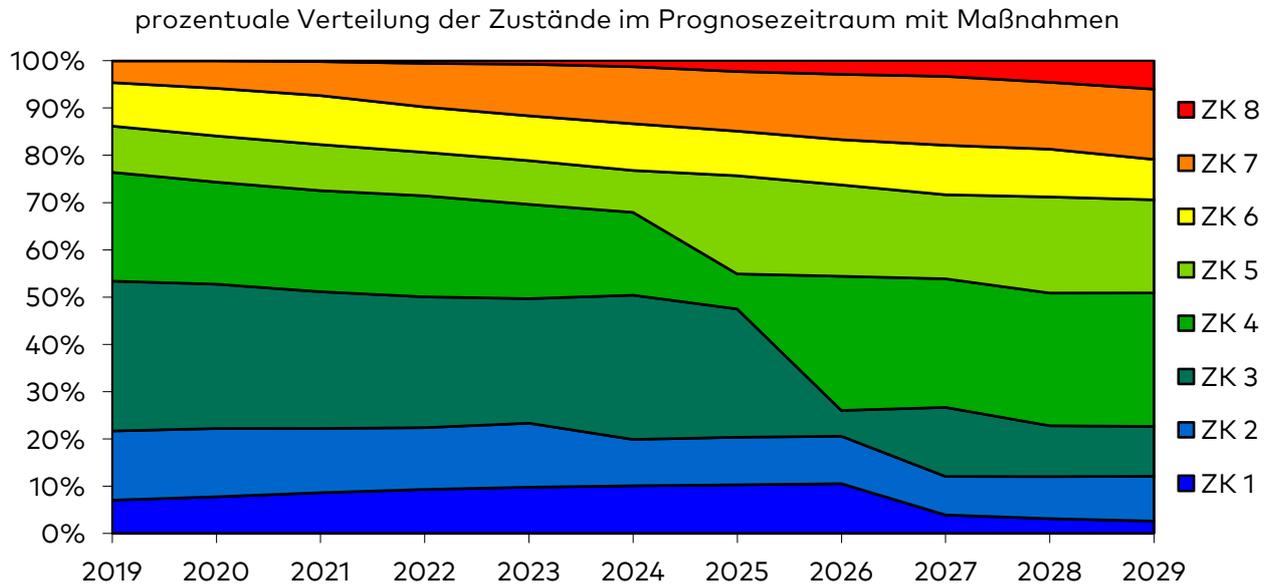


Abb. 39: prozentuale Verteilung der Zustandsklassen auf die befestigten Flächen 2019-2029

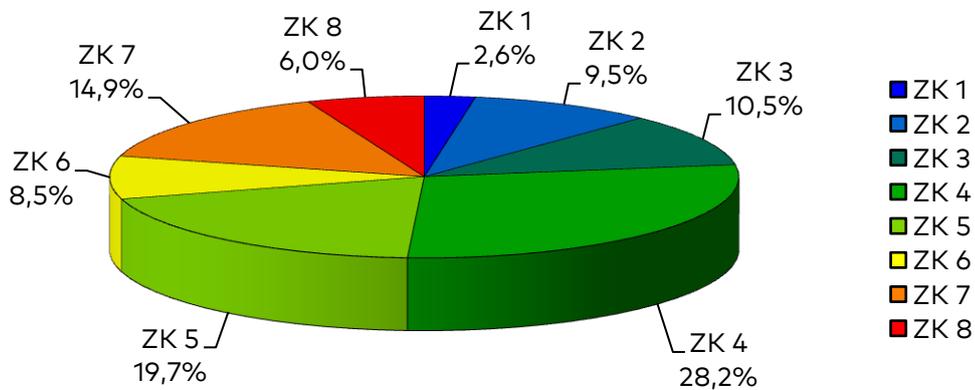


Abb. 40 Verteilung der Zustandsklassen auf die befestigten Flächen in 2029

Eine netzweite Darstellung wurde dem Auftraggeber in Form von Shape-Dateien übergeben.

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen, unterschieden nach ihren Funktionen und ihren Zustandsklassen im Jahre 2029, zeigt Abbildung 41.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Funktion	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Fahrbahn	104.12	305.47	289.23		500.69	326.16	616.52	260.06	3.117.72
Geh-/Radwege	9	7	9	715.428	6	0	6	5	2
Parken		102.16	143.05	476.89	338.93	48.78	37.04		1.161.99
sonstige Flächen	9.683	4	3	9	9	4	4	5.433	9
Gesamtergebnis	1.082	9.814	32.648	51.410	26.854	2.109	1.934	310	126.160
	362	408	395	894	2.564	99	112	462	5.297
	115.25	417.86	465.33	1.244.6	869.05	377.15	655.61	266.27	4.411.17
	7	4	6	32	2	2	6	0	8

Abb. 41: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2029

Die folgende Abbildung 42 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihren Deckschichtarten und Zustandsklassen im Jahre 2029.

Fläche m <sup>2</sup>	2029								
Deckschichtart	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	Gesamt
Asphalt	109.6	299.0	179.50		219.11	306.23	608.9	263.82	2.265.1
Beton	07	06	8	278.916	0	8	75	1	82
Betonstein		1.363	1.029	3.293	3.029	566	1.081	128	10.611
Naturstein		113.88	278.0		551.60				1.922.6
wassergebunden	4.169	5	26	878.711	7	67.891	27.961	375	26
Gesamtergebnis		2.369	2.354	4.408	6.558	2.457	921	25	19.093
	1.358	1.240	4.419	79.303	8		16.678	1.920	193.667
	115.25	417.86	465.33	1.244.6	869.0	377.15	655.61	266.27	4.411.17
	7	4	6	32	52	2	6	0	8

Abb. 42: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2029

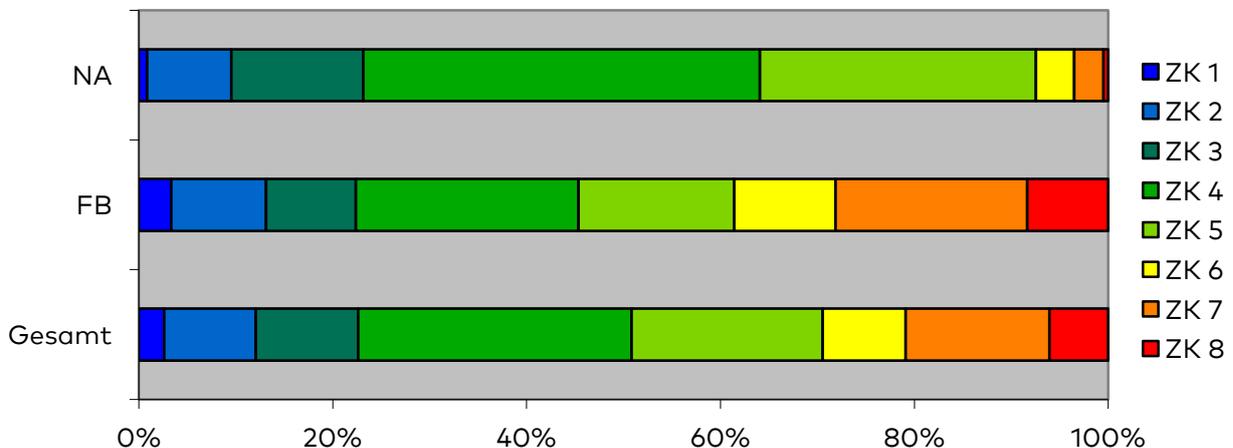


Abb. 43: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2029

### 3.3.4 Liste der nicht berücksichtigten Flächen mit erhöhtem Rissanteil

Insbesondere auf asphaltierten Fahrbahnen ist in Rheine eine besonders ausgeprägte Häufung von Rissen zu erkennen. Vergleicht man die Zustandswerte für Risse mit durchschnittlichen Werten anderer deutscher Kommunen ähnlicher Größe, stellt man erhebliche Unterschiede fest. Während die asphaltierten Fahrbahnflächen in einem durchschnittlichen Projekt einen flächengewichteten Zustandswert für Risse (ZWRIS) von ca. 2,2 aufweisen, liegt dieser Wert für Rheine bereits bei 2,7. Zur Verdeutlichung listet Tabelle 44 die Verteilung dieser Zustandswerte für Rheine noch einmal im Detail auf.

Rheine	ZWRIS	Fläche m²	Anteil	
Fahrbahn Asphalt	1,0	416.757	19,4%	0-10 % Risse (50,3 %)
	1,5	230.754	10,7%	
	2,1	432.696	20,1%	
	2,8	306.063	14,2%	10-20 % Risse (24,6 %)
	3,5	223.441	10,4%	
	4,0	194.588	9,1%	>20 % Risse (25,1 %)
	4,5	104.481	4,9%	
5,0	239.327	11,1%		

Abb. 44: Aufstellung der asphaltierten Fahrbahnflächen unterschieden nach dem Zustandswert für Risse

Über 25 Prozent der asphaltierten Fahrbahnflächen zeigen zumindest stark verbreitete größere Rissflächen oder durchgehend kleinere Rissflächen.

Da sich in diesem Szenario auf die Straßenabschnitte mit den stärksten betroffenen Schäden konzentriert wurde, sind nicht berücksichtigte Flächen mit hohem Rissanteil (>20%) in den Tabellen auf der mitgelieferten CD separat aufgelistet. Dabei ist örtlich zu entscheiden, ob eventuell eine Oberflächenbehandlung (z.B. Verfugen von Rissen) in Betracht zu ziehen ist.

GIS-ID	Str_Abs	Strassenname	Abschnitt	Nutzung	Material	Fläche m²
FL_00152835	Ahornweg_90243_0004	Ahornweg	0004	Fahrbahn	Asphalt	415,00
FL_00117067_B	Alemannenallee_90046_0001	Alemannenallee	0001	Parkplatz	Asphalt	159,96
FL_00064439	Aloysiusstraße (1 - 34)_90242_0001	Aloysiusstraße (1 - 34)	0001	Gehweg	Asphalt	10,84
FL_00026875	Am Backhaus_90830_0001	Am Backhaus	0001	Zufahrt	Asphalt	8,94
FL_00160133	Am Erlenbruch_90489_0001	Am Erlenbruch	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.416,68
FL_00095359	Am Erlenbruch_90489_0001	Am Erlenbruch	0001	Fahrbahn	Asphalt	190,84
FL_00029949	Am Feldgraben_90869_0001	Am Feldgraben	0001	Gehweg	Asphalt	6,38
FL_00071667	Am Feldgraben_90869_0001	Am Feldgraben	0001	Zufahrt	Asphalt	14,95
FL_00094621_B	Am Flöddert_90374_0002	Am Flöddert	0002	Fahrbahn	Asphalt	1.264,75
FL_00099799_B	Am Flöddert_90374_0002	Am Flöddert	0002	Fahrbahn	Asphalt	13,57
FL_00103603	Am Flöddert_90374_0002	Am Flöddert	0002	Fahrbahn	Asphalt	8,70
FL_00083841_B	Am Goldhügel_90205_0001	Am Goldhügel	0001	Fahrbahn	Asphalt	840,36
FL_00087941	Am Goldhügel_90205_0001	Am Goldhügel	0001	Gehweg	Betonflaeche	15,04
FL_00152441_A	Am Heidbrink_90617_0001	Am Heidbrink	0001	Fahrbahn	Asphalt	849,63
FL_00152441_B_B	Am Heidbrink_90617_0001	Am Heidbrink	0001	Fahrbahn	Asphalt	681,89
FL_00151377	Am Heidbrink_90617_0001	Am Heidbrink	0001	Fahrbahn	Asphalt	623,49
FL_00146679	Am Heidbrink_90617_0001	Am Heidbrink	0001	Fahrbahn	Asphalt	435,50
FL_00058145	Am Krusen Baum_90530_0001	Am Krusen Baum	0001	Fahrbahn	Asphalt	283,41
FL_00030557	Am Lehmstich_91101_0001	Am Lehmstich	0001	Zufahrt	Asphalt	12,40
FL_00080443	Am Lehmstich_91101_0001	Am Lehmstich	0001	Zufahrt	Betonflaeche	88,64
FL_00141981_B	Am Leugershof_90181_0001	Am Leugershof	0001	Fahrbahn	Asphalt	239,89
FL_00155863	Am Schlattgraben_90988_0001	Am Schlattgraben	0001	Fahrbahn	Asphalt	1.078,50
FL_00160829	Am Schlattgraben_90988_0001	Am Schlattgraben	0001	Fahrbahn	Asphalt	247,37
FL_00741418	Am Spieker_90687_0001	Am Spieker	0001	Fahrbahn	Asphalt	399,43
FL_00065501	Am Thietor_90778_0001	Am Thietor	0001	Fahrbahn	Asphalt	201,13

Abb. 45: Ausschnitt von Flächen mit hohem Rissanteil (>20%) für die keine Maßnahmen berücksichtigt werden konnten.

## 4. Fazit – Konsequenzen für die Praxis

Der vorliegende Bericht stellt die Vorgehensweise der netzweiten Bestandserfassung sowie der Zustandserfassung und -bewertung für das Straßennetz der Stadt Rheine dar. Es wurde ein primäres (Knoten- und Kantenmodell) und ein sekundäres Ordnungssystem (Flächenmodell) eingeführt. Für alle relevanten Verkehrsflächen wurden die Bestandsgeometrien erfasst. Für alle befestigten Verkehrsflächen wurde eine visuelle Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) nach den geltenden Regelwerken der FGSV durchgeführt.

Ergänzend zu den vorliegenden Schadensbildern wurden auch die Hauptschadensursachen ermittelt. Es wurden im Folgenden die notwendigen Maßnahmen einschließlich der daraus resultierenden ortsüblichen Kosten zugeordnet. Unter Berücksichtigung des Eingriffszeitpunktes bei Überschreiten des Schwellenwertes wurden für die nächsten 10 Jahre verschiedene Prognoseszenarien untersucht. Dabei wurden anhand der sich ergebenden Eingriffszeitpunkte, die notwendigen Maßnahmen für alle relevanten Verkehrsflächen fiktiv ergriffen. Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes wurden insgesamt drei verschiedene Szenarien untersucht, die bei unterschiedlichem Kostenaufwand zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

In einem ersten Szenario „Do Nothing“ wurde die Zustandsentwicklung ohne Erhaltungsmaßnahmen dargestellt. Dieses Szenario verdeutlicht die zeitlich schnell fortschreitende Zustandsverschlechterung der Straßenbestandsdaten aufgrund der bereits bestehenden Schädigungen sowie unter dem Einfluss der verkehrsbedingten Belastungen.

Als anderen Extremfall zeigt das zweite Szenario die Auswirkungen, wenn unbegrenzte Finanzmittel zur Verfügung stehen würden. Hier zeigt sich, dass das vorhandene Straßennetz aktuell nicht entsprechend seines Gebrauchsalters unterhalten wird. Dies wird insbesondere an dem derzeitigen **Investitionsstau** in Höhe von **über 69,0 Mio. Euro** deutlich. Für den gesamten **Zeitraum von zehn Jahren** ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 129,2 Mio. Euro**. Es ist anzunehmen, dass die Stadt Rheine nicht alle in diesem Szenario vorgesehenen Maßnahmen in vollem Umfang umsetzen können wird.

In einem dritten Szenario wurde als Randbedingung ein **jährliches Budget von 4,0 Mio. Euro** angesetzt. Unter Aufbringung des berücksichtigten Budgets würde sich der mittlere flächengewichtete Gesamtwert aller Verkehrsflächen von 2,4 im Jahr 2019 auf 3,1 im Jahr 2029 verschlechtern.

Der durchschnittliche Zustandswert für Risse auf asphaltierten Fahrbahnen liegt für Rheine derzeit bei 2,7. Für vergleichbare Kommunen liegt dieser Wert üblicherweise im Bereich von 2,2. Da sich die Zustandswerte für Risse stark progressiv verhalten, beeinflussen auch bereits wenige vorhandene Risse den Prognoseverlauf sehr stark. Hier ließe sich mit Hilfe kurzfristig durchgeführter Oberflächenbehandlungen (z. B. Verfugen von Rissen) zumindest in den besonders betroffenen Bereichen die Wahrscheinlichkeit von Folgeschäden spürbar verringern.

Mit diesem Erhaltungskonzept wird der Stadt Rheine aktuell ein Gesamtzustand auf durchschnittlichem Niveau ausgewiesen. Das bei einem Ansatz entsprechend der Strategie „Begrenztes Budget“ einzuplanenden **jährliche Budget von ca. 4 Mio. Euro wird jedoch erkennbar nicht ausreichen, den** aktuell festgestellten **Zustand über den Prognosezeitraum von zehn Jahren** auf dem derzeitigen Niveau **halten zu können**.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass das begrenzte Budget im Vergleich zur „Do nothing“ Strategie eine Verbesserung des Zustandes um 0,3 erwirkt und im Vergleich zur Ausgangslage eine Verschlechterung von 0,7, könnte für eine Beibehaltung des aktuellen Zustands ein Jahresbudget von mindestens 6,5 Mio. abgeschätzt werden, da die FGSV sich überschlägig ein Finanzbedarf von rd. 1,40 €/qm befestigter Verkehrsfläche für die Straßenverkehrsanlagen angibt. Geht man von einem erfahrungsgemäß aktuellen Bedarf in Höhe von 2 €/qm aus, wären in Rheine sogar ca. 10,5 Mio. Euro nötig. Damit ergäbe sich im Vergleich zum Szenario „Begrenztes Budget“ eine jährliche Unterdeckung von ca. 2,5 bzw. ca 6,5 Mio. Euro. Hiervon unberücksichtigt ist noch der hohe Investitionsstau.

Da im aktuellen Projekt bisher lediglich auf eine Zustandsbewertung zurückgegriffen werden kann, wurden die notwendigen Prognosen mit durchschnittlichen Verhaltensverläufen realisiert. Im Rahmen des Erhaltungsmanagements ist eine periodische Zustandserfassung geboten. Mit Hilfe zusätzlicher Zustandserfassungen im Abstand von drei bis fünf Jahren würde sich die Anzahl der Stützstellen erhöhen, wodurch die gewonnenen Erkenntnisse weiter abgesichert werden könnten.

Berlin, 25.03.2020



**eagle eye technologies GmbH**

Haubachstraße 8

10585 Berlin

Tel: +49 (0) 30 280 427 580

Fax: +49 (0) 30 280 427 588

E-Mail: info@ee-t.de

Web: www.ee-t.de

**Dieser Bericht ist nur für eine projektbezogene Verwendung vorgesehen.  
Eine Weitergabe an Dritte bedarf der vorherigen Genehmigung.**

## 5. Anlage 1: Schadensbilder (Beispiele)



Jägerstraße (Setzungen, Risse)



Ohner Weg (Risse, Setzungen, Flicke)



Stalskottenweg (Risse, Setzungen)



Walshagenstraße (Setzungen, Risse, Flicke)