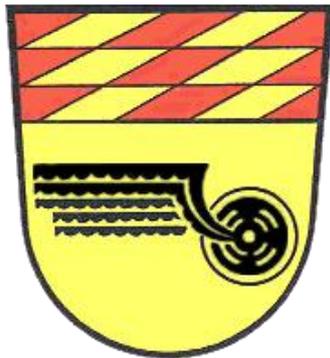


Erhaltungskonzept

für die befestigten Verkehrsflächen

der Stadt Aulendorf

für



Stadt Aulendorf
Kämmerer
Herr Dirk Gundel
Hauptstraße 35
88326 Aulendorf

von



eagle eye technologies GmbH
Invalidenstraße 97
10115 Berlin
Tel.: +49 (30) 28 04 27 58-0
Fax: +49 (30) 28 04 27 58-8
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.**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
2.	Ausgangslage.....	6
2.1	Bestand September 2017.....	6
2.1.1	Erstellung eines Netzmodells.....	6
2.1.2	Bestandsdatenerfassung mittels Stereomessbildbefahrung	8
2.1.3	Messbildbefahrung mit eagle eye XS	9
2.1.4	Auswertung der kinematischen Messdaten	9
2.2	Zustand September 2017	12
2.2.1	Methodik der visuellen Zustandserfassung.....	12
2.2.2	Ergebnis der Zustandsbewertung	15
3.	Erhaltungskonzept	19
3.1	Allgemeines.....	19
3.2	Prognoseszenario	19
3.3	Szenarienbetrachtung.....	21
3.3.1	Strategie „Do Nothing“	21
3.3.2	Strategie „unbegrenzte Budget“	25
3.3.3	Strategie „Bauprogramm mit begrenztem Budget“	31
3.3.4	Liste der nicht berücksichtigten Flächen mit erhöhtem Rissanteil	36
4.	Fazit – Konsequenzen für die Praxis	37
5.	Anlage 1: Schadensbilder (Beispiele)	39

1. Einleitung

Die Straßeninfrastruktur der Stadt Aulendorf ist im Jahr 2017 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 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.

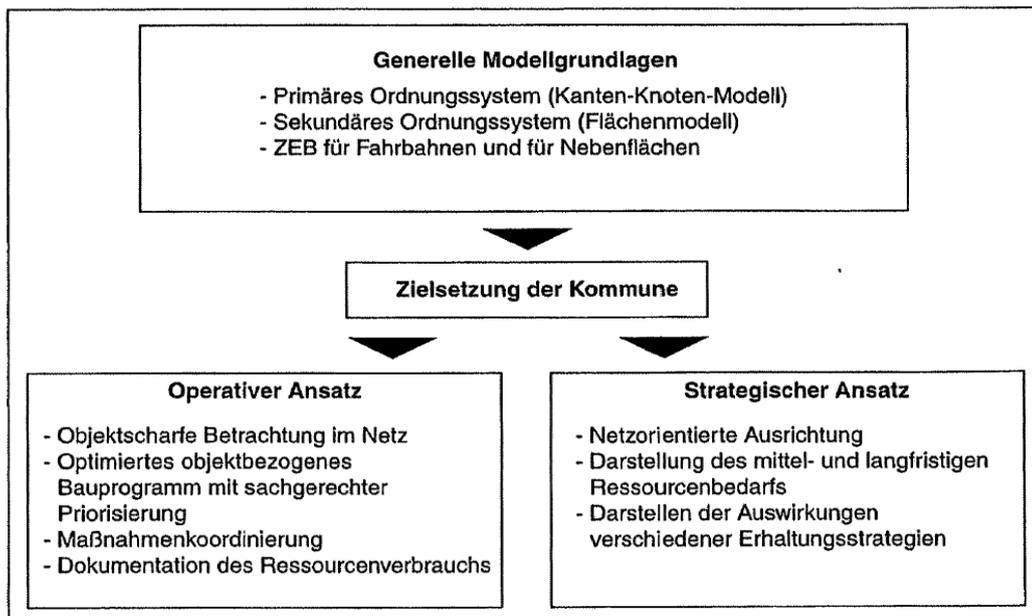


Abb. 1: Unterscheidung des operativen und strategischen Ansatzes

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 Stereomessbildbefahrung im September 2017 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 2017) 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 Aulendorf 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 „Unbegrenztes 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 September 2017

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 aufgebaut.

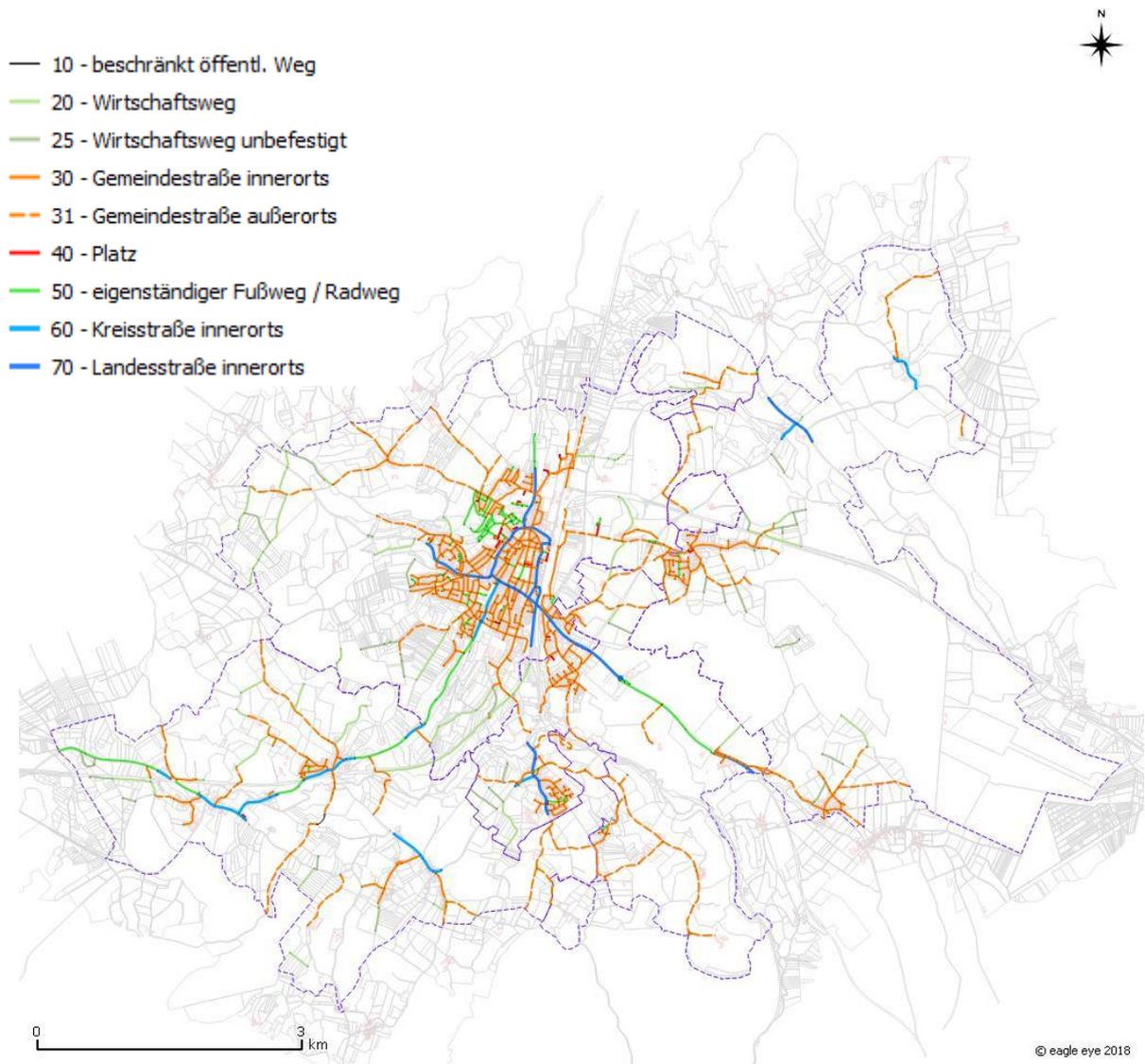


Abb. 2: Knoten- und Kantenmodell der Stadt Aulendorf

Die abgestimmten und befahrenen Strecken weisen folgende Klassifikationen auf:

Bedeutung	Klassifizierung	Länge (km)
beschränkt öffentliche Wege	10	0,2
Gemeindestraße innerorts	30	53,1
Gemeindestraße außerorts	31	37,1
Platz	40	1,0
eigenständiger Geh-/Radweg	50	11,5
Kreisstraße innerorts	60	4,8
Kreisstraße außerorts	61	0,5
Landesstraße / Staatsstraße innerorts	70	8,4
Landesstraße / Staatsstraße außerorts	71	0,2
Gesamtlänge		116,6

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 dienen 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



Abb. 6: Datenauswertung im Innendienst

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 Straßendatenerfassung. Das Leistungsspektrum der eagle eye technologies GmbH umfasst alle Arbeiten zur Erfassung und Bewertung des Infrastrukturvermögens von Kommunen. Ob Bestandsdatenerfassung, Straßenzustandsbewertung 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.

Die Geometrieerfassung 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 Geometrieerfassung 2.285 befestigte Flächen mit einer Gesamtgröße von fast 570.000 m² erstellt. Davon entfällt mit fast 400.000 m² 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	854	588	62	74	1.578
Beton	-	24	-	34	58
Betonstein	73	86	90	59	308
Naturstein	26	27	2	21	76
wassergebunden	63	46	24	132	265
Gesamtergebnis	1.016	771	178	320	2.285

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	393.187	86.216	10.826	2.299	492.528
Beton	-	893	-	533	1.426
Betonstein	5.065	9.052	8.579	1.598	24.294
Naturstein	2.558	928	137	447	4.070
wassergebunden	21.495	7.451	6.972	10.320	46.237
Gesamtergebnis	422.305	104.541	26.514	15.196	568.555

Abb. 8: **Flächengröße** (m²) 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 September 2017

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
- Netzrisse
- 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; TWSUG)). Die einzelnen Anteile und Abhängigkeiten der Zustandsmerkmale, die zu den jeweiligen Teilwerten führen, sind unmittelbar ersichtlich.

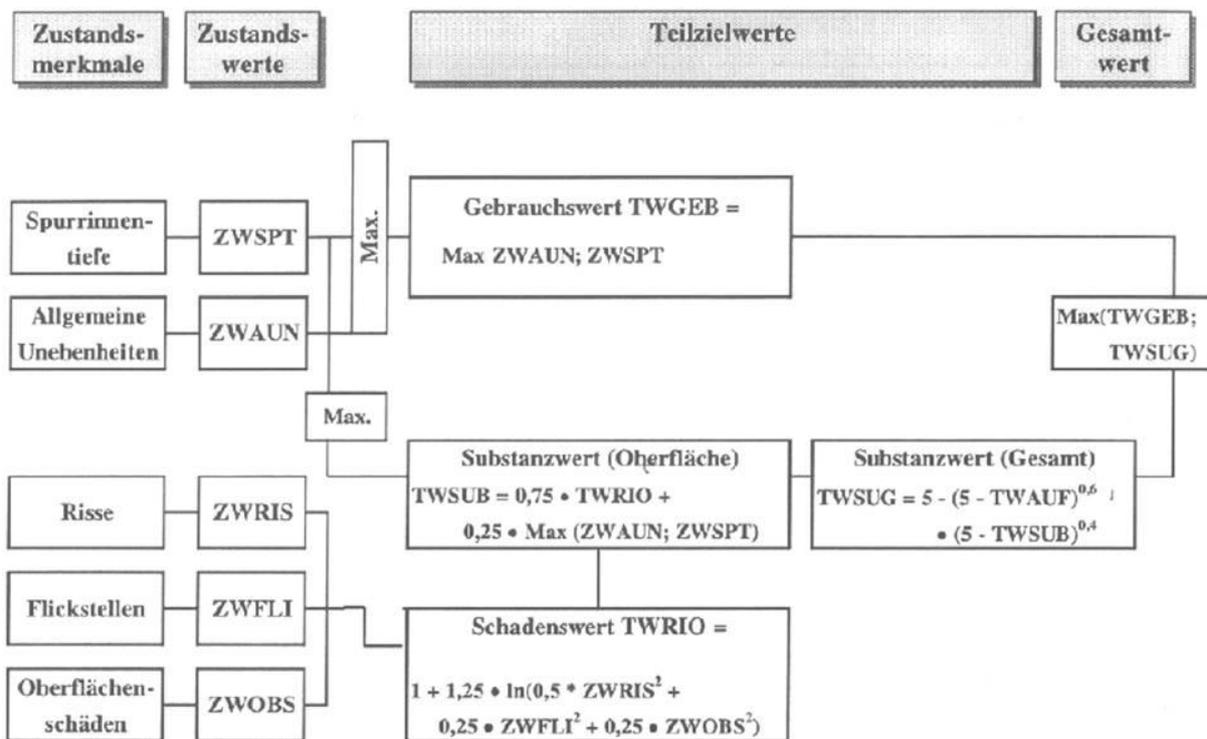


Abb. 11: Berechnungsmethodik des Gesamtwertes (GW) (Quelle: FGSV)

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 2.285 Flächen mit einer Gesamtgröße von über 565.000 m² bearbeitet.

Im Ergebnis der Zustandsbewertung ergibt sich für die Verkehrsflächen der Stadt Aulendorf ein **durchschnittlicher flächengewichteter Gesamtwert** von **2,7**. Dies entspricht der **Zustandsklasse 4** und damit insgesamt einem mittleren Zustand.

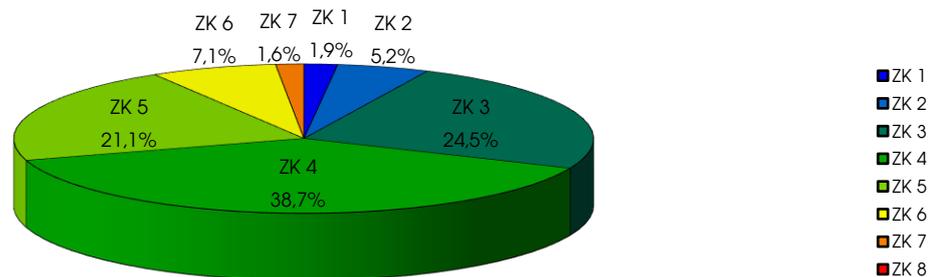


Abb. 13: Verteilung der Zustandsklassen auf die Gesamtflächen in 2017

Bei detaillierter Betrachtung weisen derzeit etwas weniger als 10 % der Flächen mit einem Gesamtwert von mehr als 3,5 einen schlechten Zustand auf (Zustandsklassen 6 und 7). Flächen mit einem sehr schlechten Zustand (ZK 8) kommen nicht vor. Weit über die Hälfte der Verkehrsflächen sind jedoch mit mittleren Schäden (ZK 4 und 5) belastet. Diese Flächen werden in den kommenden Jahren vermutlich in einen kritischen Zustand übergehen.

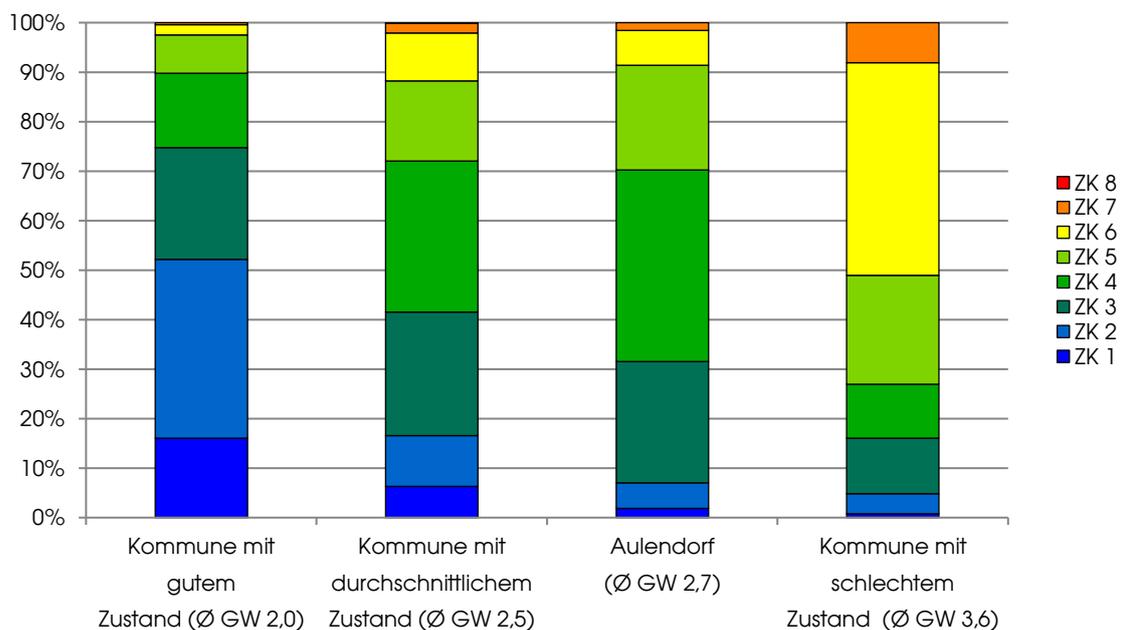


Abb. 14: Verteilung der Zustandsklassen auf die Gesamtflächen in 2017 im Vergleich

Im Vergleich zu anderen Kommunen vergleichbarer Größenordnung liegt die Stadt Aulendorf mit einem Gesamtwert von 2,7 bereits recht deutlich hinter dem Gesamtdurchschnitt aber noch im Mittelfeld. Wesentliche Ursache ist hierbei der im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt deutlich erhöhte Anteil von Flächen der Zustandsklasse 4.

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

Fläche m ²	2017								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Fahrbahn	6.966	18.039	88.318	163.269	100.416	37.655	7.642		422.305
Geh-/Radwege	3.077	6.821	32.267	43.202	15.701	2.223	1.249		104.541
Parken	458	3.750	10.779	8.940	2.586	-	-		26.514
sonstige Flächen	85	673	8.079	4.716	1.437	207	-		15.196
Gesamtergebnis	10.585	29.283	139.443	220.126	120.141	40.085	8.891		568.555

Abb. 15: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2017

Die überwiegende Mehrheit der bewerteten Flächen sind Fahrbahnen von denen über ein Sechstel einen schlechten Zustand aufweist.

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

Fläche m ²	2017								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Asphalt	9.745	20.681	109.943	195.003	109.071	39.193	8.891		492.528
Beton	72	135	426	723	70				1.426
Betonstein	768	7.750	13.336	2.366	76				24.294
Naturstein		367	1.457	2.246					4.070
wassergebunden		350	14.282	19.790	10.924	892			46.237
Gesamtergebnis	10.585	29.283	139.443	220.126	120.141	40.085	8.891		568.555

Abb. 16: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2017

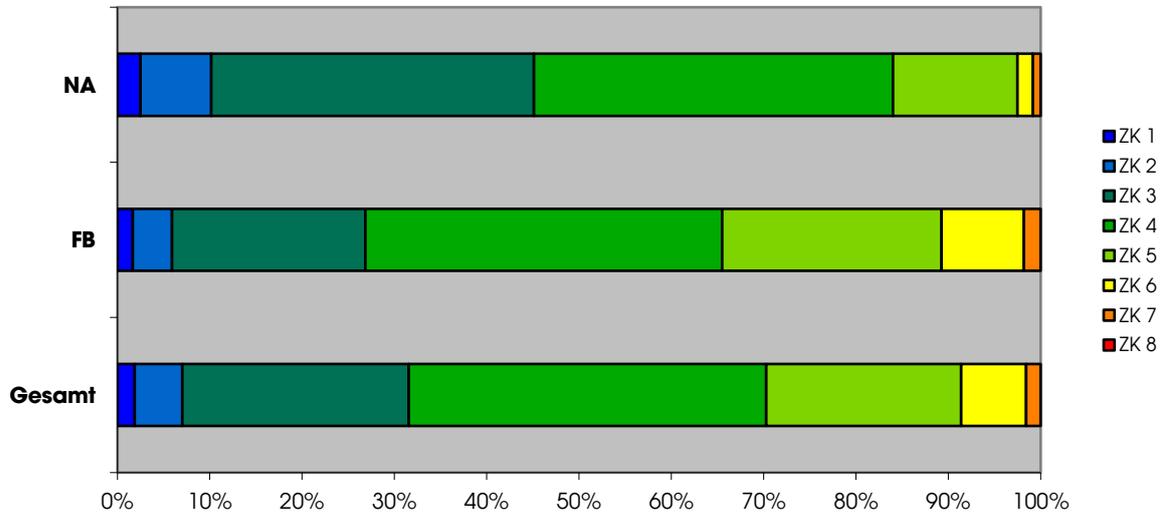


Abb. 17: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2017

Die dargestellten Ergebnisse machen deutlich, dass die Fahrbahnflächen im Vergleich zu den Nebenanlagen in einem signifikant 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 2017

Im Rahmen der Erfassung der Schadensmerkmale wurden auch die Hauptschadensursachen erhoben. Die am häufigsten festgestellten Ursachen für Schäden sind Risse und Setzungen. Eine Übersicht über die Verteilung der Schadensursachen findet sich in Abbildung 19.

Hauptschadensursache	Anzahl	Fläche m ²
Netzrisse, wilde Risse	312	138.885
Setzungen	319	84.574
Belagsrandrisse	113	39.740
Aufwölbungen/Setzungen	188	36.029
Querrisse	52	22.518
Flicke	67	22.155
Ab-/Anrisse durch Setzungen	48	21.011
Aufwölbungen	17	11.193
Offene Nähte	23	4.955
Ablösungen	15	2.756
Ausmagerung	11	1.886
Walzrisse	5	1.566
Rissbildung	15	1.053
Abrieb	2	524
Gräben von Versorgungsträgern	2	293
Schlaglöcher	1	101
Abplatzungen	1	3
Summe	1.191	389.243

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 2017 bis 2027.

Verlaufskurven der Zustandswerte

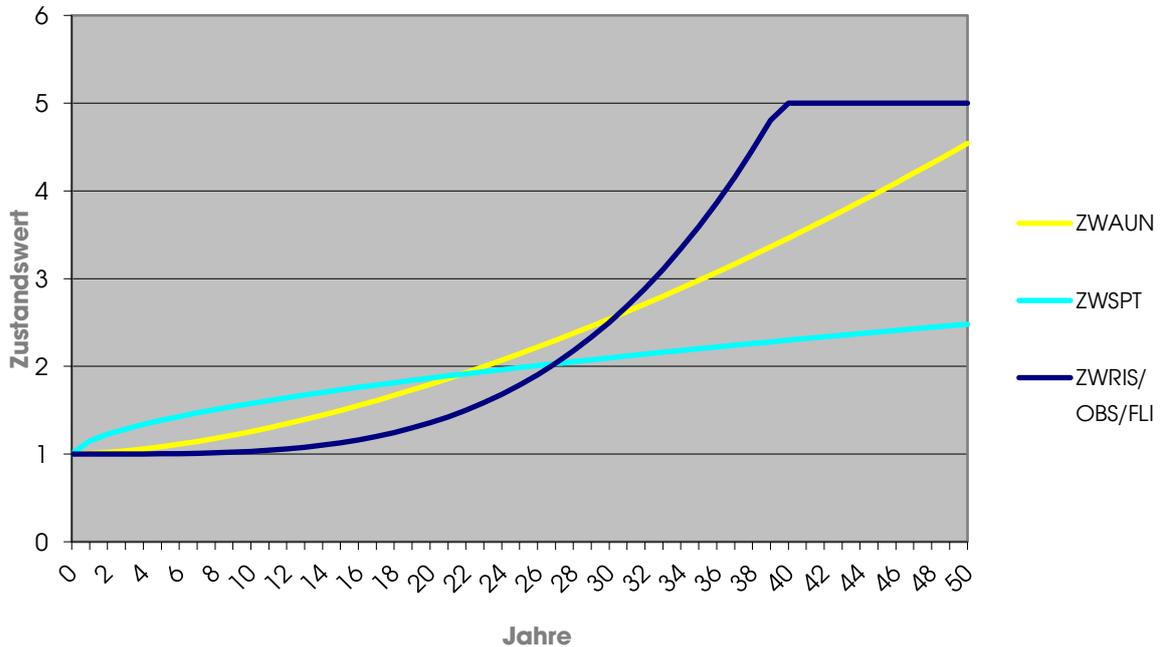


Abb. 20: Verlaufskurven der Zustandswerte für allg. Unebenheiten (ZWAUN), Spurrinnen (ZWSPT) und Risse/Oberflächenschäden/Flicke (ZWRIS/OBS/FLI) für „Aulendorf“

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
„Aulendorf“	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 2027 einen Gesamtwert von 3,8 erreichen. Dies entspricht der Zustandsklasse 6.

prozentuale Verteilung der Zustände im Prognosezeitraum ohne Maßnahmen

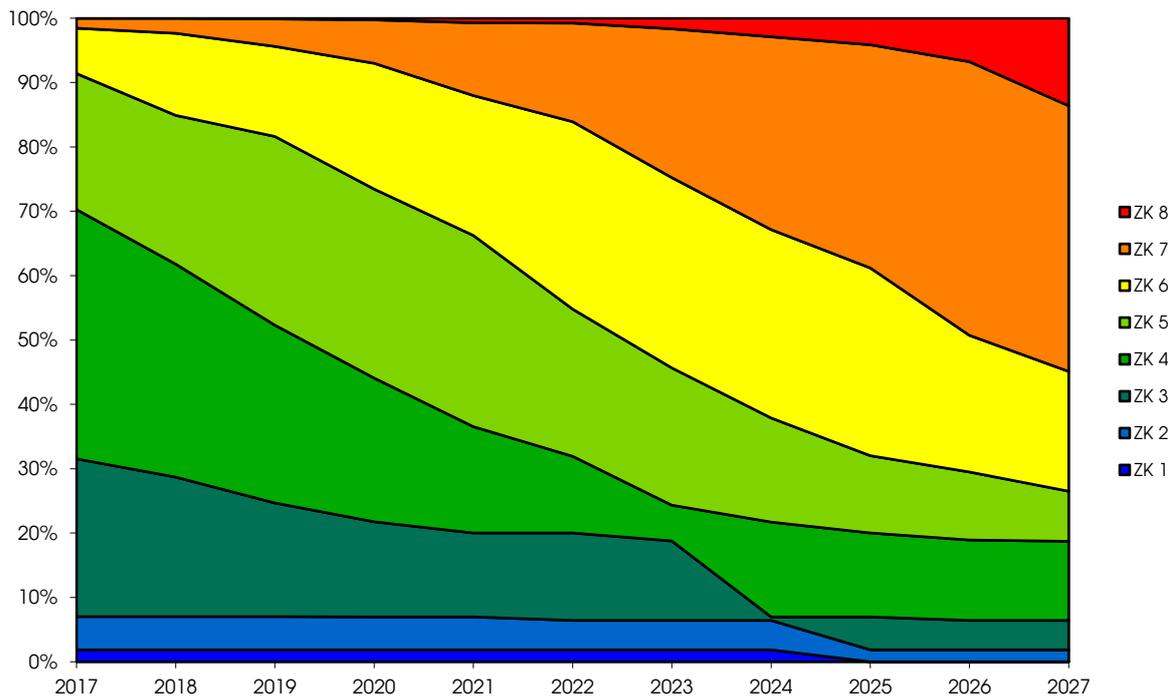


Abb. 22: prozentuale Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen 2017-2027

Fast drei Viertel der befestigten Flächen hätten dann einen kritischen Zustand erreicht (Abb. 23).

Betroffen wären fast ausschließlich Flächen mit einer Deckschicht aus Asphalt (Abb. 24). Die unmittelbaren Konsequenzen einer solchen Entwicklung wären Verkehrsbeschränkungen bis hin zu vollständigen Straßensperrungen.

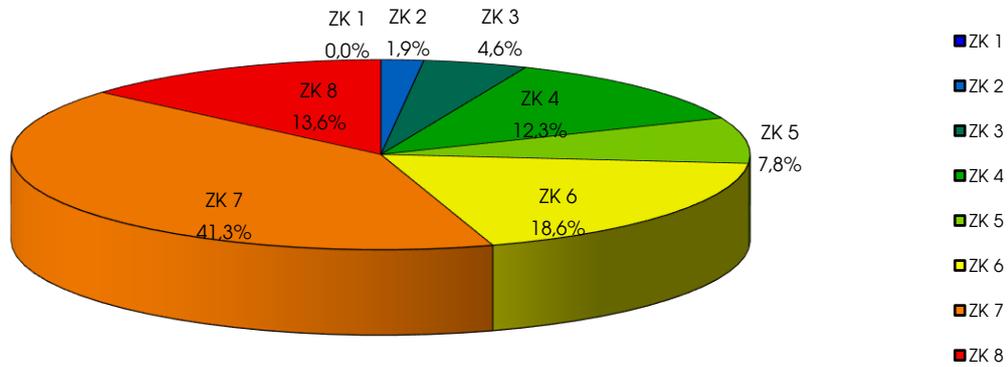


Abb. 23: Verteilung der Gesamtflächen auf die Zustandsklassen in 2027

Die folgende Abbildung 24 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und Zustandsklasse im Jahre 2027.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Fahrbahn		6.966	16.810	37.671	27.837	78.150	184.994	69.877	422.305
Geh-/Radwege		3.077	6.530	15.059	7.101	22.933	43.014	6.825	104.541
Parken		458	1.959	9.610	5.340	4.206	4.375	567	26.514
sonstige Flächen		85	659	7.535	3.964	532	2.238	184	15.196
Gesamtergebnis		10.585	25.958	69.875	44.242	105.821	234.621	77.453	568.555

Abb. 24: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2027

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Deckschichtart und Zustandsklasse im Jahre 2027 zeigt Abbildung 25.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Asphalt		9.745	17.370	42.346	19.949	103.170	223.386	76.561	492.528
Beton		72	120	303	81	741	109		1.426
Betonstein		768	7.750	11.512	2.173	1.888	203		24.294
Naturstein			367	1.432	2.249	22			4.070
wassergebunden			350	14.282	19.790		10.924	892	46.237
Gesamtergebnis		10.585	25.958	69.875	44.242	105.821	234.621	77.453	568.555

Abb. 25: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2027

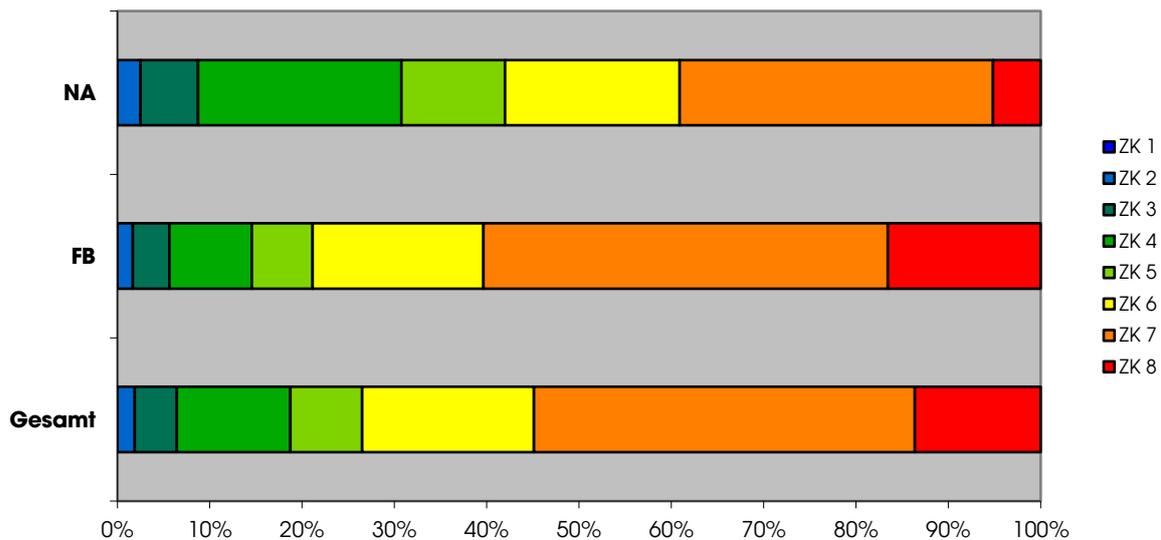


Abb. 26: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2027

Die dargestellten Ergebnisse der Auswertungen machen deutlich, dass im Jahr 2027 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 2027

3.3.2 Strategie „unbegrenzte 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.

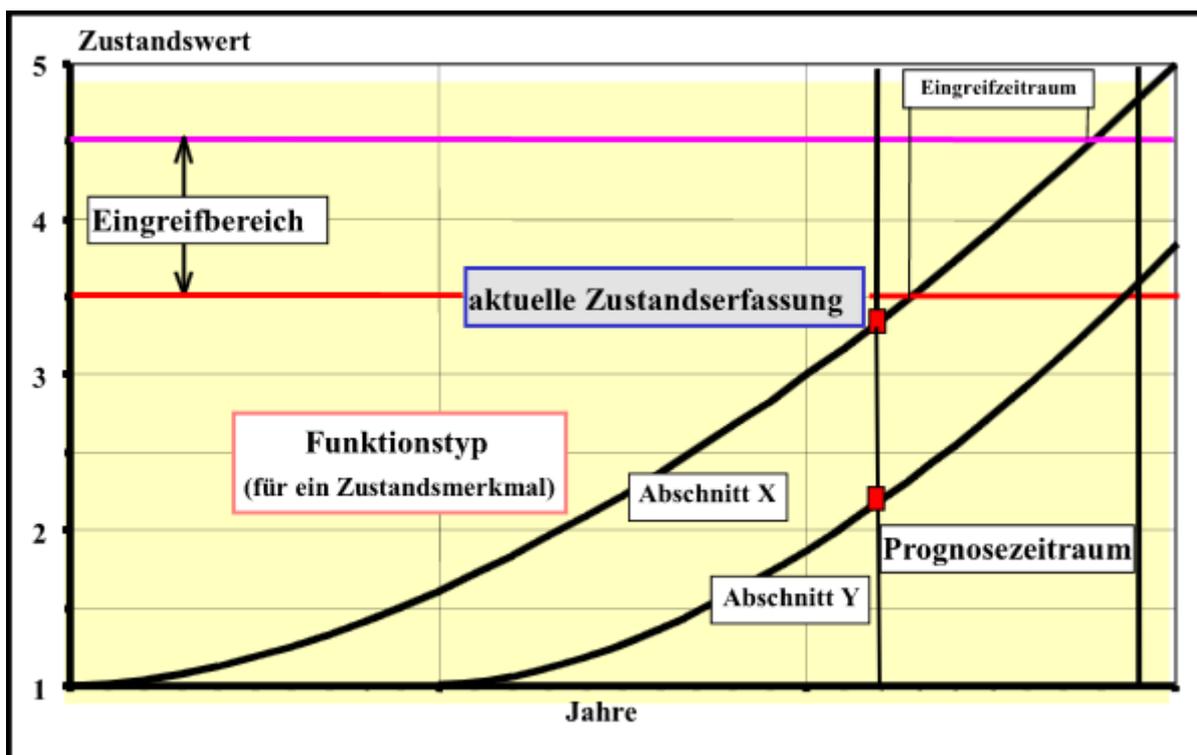


Abb. 28: Schematische Darstellung zur Abschätzung der Zustandsentwicklung und des Eingriffszeitraums auf der Grundlage einer Zustandserfassung (FGSV AP, Reihe R)

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	35
Deckenerneuerung mit Asphaltarmierung	DA	40	45	40
Hocheinbau der Deckschicht	DH	40	25	25
Umpflastern (mit Materialersatz Betonstein)	UP	100	60	60
Umpflastern (mit Materialersatz Naturstein)	UA		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 (AC 16 TDS)	VD	100	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 „Aulendorf“ für Erhaltungsmaßnahmen (Stand 2018)

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

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

Ausgaben 2018 -2027 differenziert nach Maßnahmen (UB)

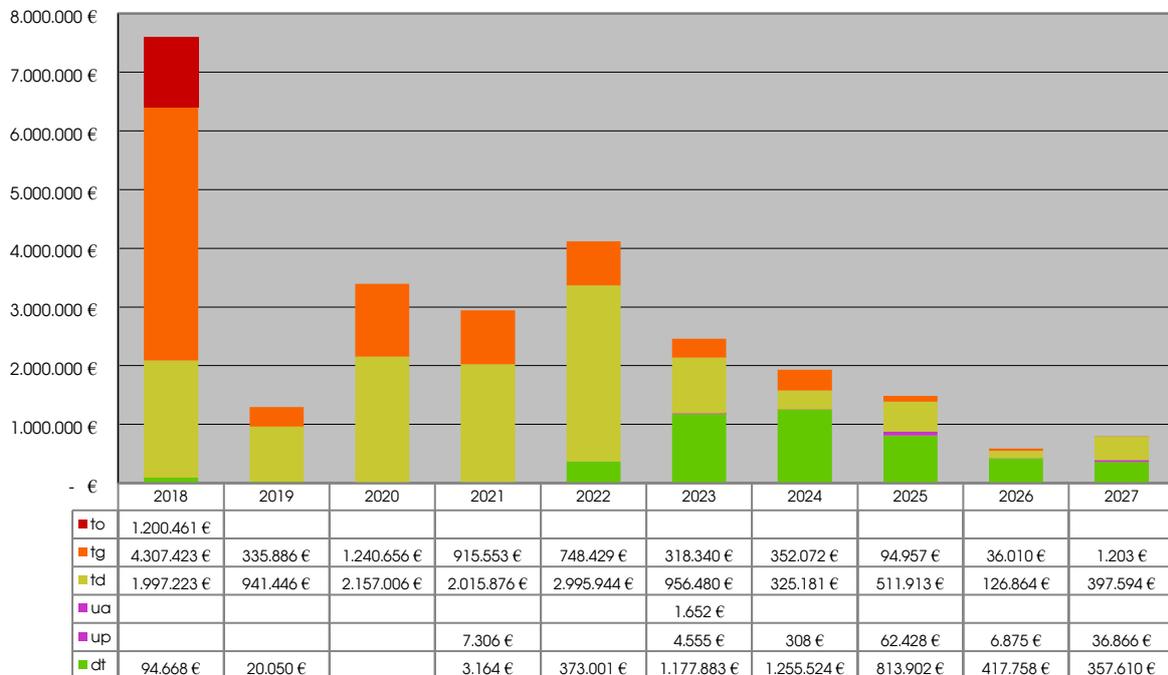


Abb. 30: Prognose 2018 -2027 differenziert nach Maßnahmen (ohne Budgetbegrenzung)

Bedeutung der berücksichtigten Maßnahmenarten:

- to Tiefeinbau des gesamten Oberbaus,
- tg Tiefeinbau der gebundenen Schichten,
- td Tiefeinbau der Deck- und Binderschicht (Decke),
- ua Umpflastern mit Materialersatz (Naturstein),
- up Umpflastern mit Materialersatz (Betonstein),
- dt Fräsen und Tiefeinbau der Deckschicht.

Der aus den errechneten Werten abgeleitete, notwendige **Gesamtinvestitionsbedarf** über die nächsten 10 Jahre beträgt **ca. 26,6 Mio. Euro**. Dabei entfallen **ca. 7,6 Mio. Euro** allein **auf das erste Jahr**.

Abseits dieses extrem hohen Kostenblocks liegen die notwendigen Aufwendungen für die folgenden vier Jahre im Mittel bei ca. 3 Mio. Euro. Für die zweite Halbdekade betragen die jährlichen Aufwendungen im Mittel ca. 1,5 Mio. Euro mit deutlich fallender Tendenz.

Ursächlich für diesen deutlichen Kostenrückgang ist die kontinuierliche Reduzierung des Anteils der kostenintensiven Erhaltungsmaßnahmen (Tiefereinbau des gesamten Oberbaus sowie Tiefeinbau der gebundenen Schichten) gegenüber den günstigeren Maßnahmen (Tiefereinbau der Deck- und Binderschicht (Decke)) sowie vor allem (Fräsen und Tiefeinbau der Deckschicht). Insgesamt wirkt sich der konsequente und nachhaltige Mitteleinsatz bereits in diesen zehn Jahren sehr positiv aus.

Mit Durchführung dieser Erhaltungsmaßnahmen würde der durchschnittliche Straßenzustand im Jahr 2027 einen Gesamtwert von 1,9 erreichen. Dies entspricht einer deutlichen Verbesserung gegenüber dem aktuell ermittelten Gesamtwert von 2,7. Als mittlere Zustandsklasse würde sich eine 2 ergeben.

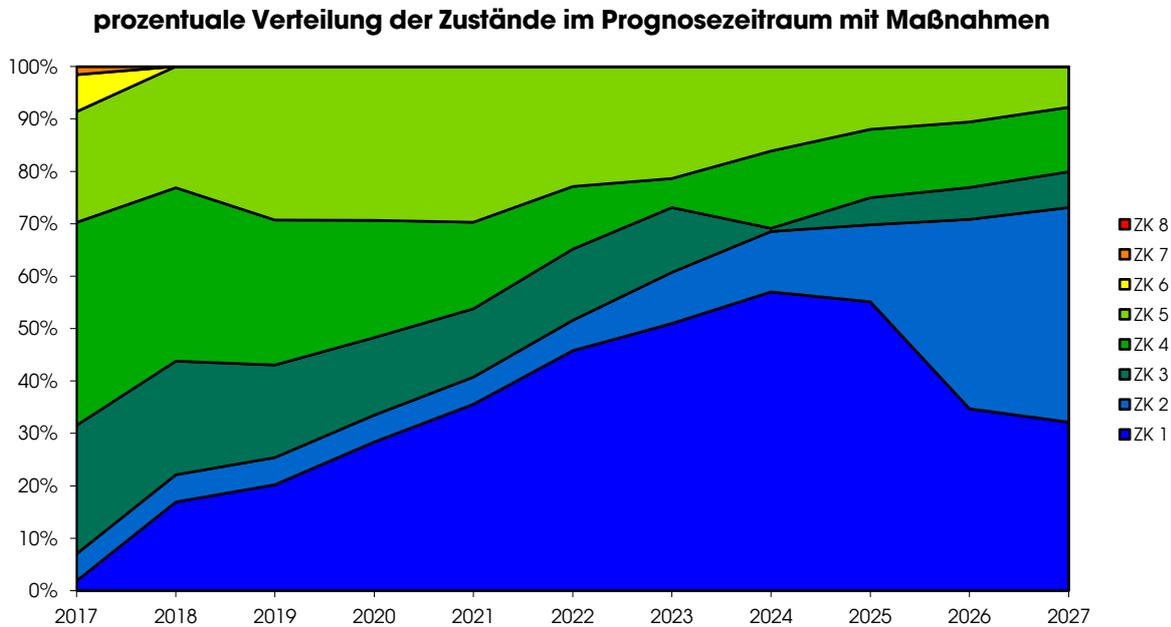


Abb. 31: prozentuale Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen 2017-2027

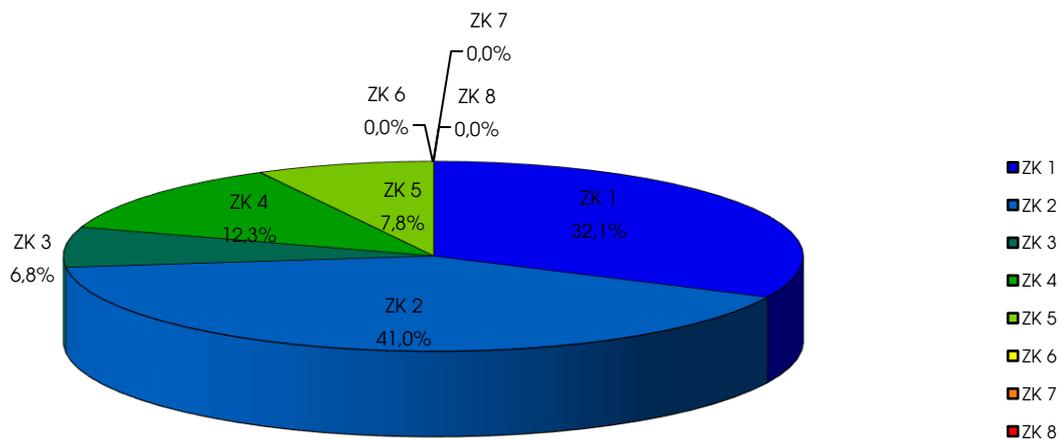


Abb. 32: Verteilung der Gesamflächen auf die Zustandsklasse in 2027

Eine übersichtliche tabellarische Auflistung der betroffenen Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihrer Funktion und ihrer Zustandsklasse im Jahre 2027 zeigt Abbildung 33.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Fahrbahn	144.896	194.725	17.176	37.671	27.837				422.305
Geh-/Radwege	30.947	32.802	18.609	15.082	7.101				104.541
Parken	6.006	3.473	2.085	9.610	5.340				26.514
sonstige Flächen	846	1.872	980	7.535	3.964				15.196
Gesamtergebnis	182.694	232.872	38.850	69.897	44.242				568.555

Abb. 33: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2027

Die folgende Abbildung 34 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihren Deckschichtarten und Zustandsklassen im Jahre 2027.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Asphalt	171.592	229.130	29.511	42.346	19.949				492.528
Beton	783	139	120	303	81				1.426
Betonstein	119	1.988	8.501	11.512	2.173				24.294
Naturstein			367	1.454	2.249				4.070
wassergebunden	10.201	1.614	350	14.282	19.790				46.237
Gesamtergebnis	182.694	232.872	38.850	69.897	44.242				568.555

Abb. 34: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2027

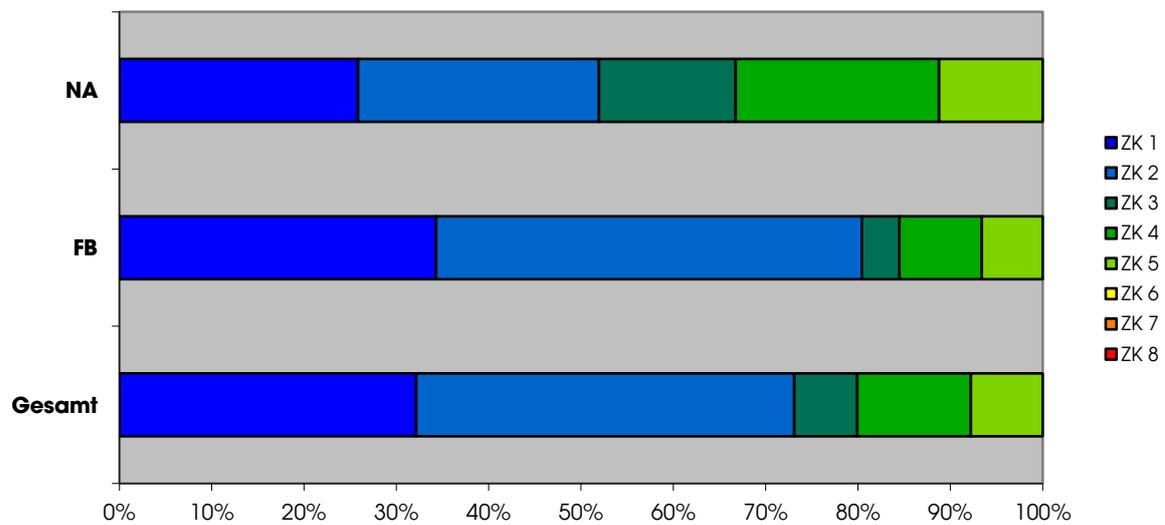


Abb. 35: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2027

Diese Auswertungen machen deutlich, welche Mittel bis 2027 einzusetzen sind, um das durchschnittliche Zustandsniveau des Verkehrswegenetzes und insbesondere der Fahrbahnflächen in Aulendorf auf einen Gesamtwert 1,9 und damit einer Zustandsklasse von 2 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 800.000 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	Massn.	Jahr
FL_06042018_02516	nach Rugetsweiler_Y0246_0010	nach Rugetsweiler	0010	Fahrbahn	Asphalt	490,56	17.169,60 €	35,00 €	vd	2018
FL_06042018_02510	nach Rugetsweiler_Y0246_0020	nach Rugetsweiler	0020	Bauwerk (Fahrbahn)	Asphalt	42,04	1.471,40 €	35,00 €	df	2018
FL_06042018_02509	nach Rugetsweiler_Y0246_0020	nach Rugetsweiler	0020	Fahrbahn	Asphalt	734,91	25.721,85 €	35,00 €	vd	2018
FL_06042018_02501	nach Rugetsweiler_Y0246_0020	nach Rugetsweiler	0020	Fahrbahn	Asphalt	284,59	18.498,35 €	65,00 €	td	2018
FL_06042018_00863	Riedweg_36410_0040	Riedweg	0040	Fahrbahn	Asphalt	561,35	36.487,75 €	65,00 €	td	2018
FL_06042018_00855	Riedweg_36410_0050	Riedweg	0050	Fahrbahn	Asphalt	88,07	5.724,55 €	65,00 €	td	2018
FL_06042018_00883	Riedweg_36410_0060	Riedweg	0060	Fahrbahn	Asphalt	427,66	27.797,90 €	65,00 €	td	2018
FL_06042018_02582	Sättelestraße_35834_0010	Sättelestraße	0010	Fahrbahn	Asphalt	412,54	41.254,00 €	100,00 €	tg	2018
FL_06042018_02592	Sättelestraße_35834_0010	Sättelestraße	0010	Gehweg	Asphalt	62,52	5.626,80 €	90,00 €	tg	2018
FL_06042018_02573	Sättelestraße_35834_0020	Sättelestraße	0020	Fahrbahn	Asphalt	621,12	62.112,00 €	100,00 €	tg	2018
FL_06042018_00995	Schussenrieder Straße_36482_0070	Schussenrieder Straße	0070	Geh-/Radweg	Asphalt	645,57	58.101,30 €	90,00 €	tg	2018
FL_06042018_03024	Waldweg_35930_0010	Waldweg	0010	Fahrbahn	Asphalt	1.114,59	156.042,60 €	140,00 €	to	2018
FL_06042018_03030	Waldweg_35930_0020	Waldweg	0020	Fahrbahn	Asphalt	830,85	29.079,75 €	35,00 €	vd	2018
FL_06042018_03436	Zeppelinstraße_36566_0020	Zeppelinstraße	0020	Fahrbahn	Asphalt	1.054,66	105.466,00 €	100,00 €	tg	2018
FL_06042018_01558	Zeppelinstraße_36566_0020	Zeppelinstraße	0020	Gehweg	Asphalt	336,87	30.318,30 €	90,00 €	tg	2018
FL_06042018_01557	Zeppelinstraße_36566_0020	Zeppelinstraße	0020	Gehweg	Asphalt	253,79	22.841,10 €	90,00 €	tg	2018
FL_06042018_02933	Achstraße_35508_0020	Achstraße	0020	Gehweg	Asphalt	38,40	3.456,00 €	90,00 €	tg	2019
FL_06042018_02949	Achstraße_35508_0030	Achstraße	0030	Gehweg	Asphalt	199,98	17.998,20 €	90,00 €	tg	2019
FL_06042018_02942	Achstraße_35508_0030	Achstraße	0030	Gehweg	Asphalt	102,12	9.190,80 €	90,00 €	tg	2019
FL_06042018_03083	Achstraße_35508_0090	Achstraße	0090	Fahrbahn	Asphalt	52,92	1.852,20 €	35,00 €	vd	2019
FL_06042018_00707	Am Eisenbühl_36074_0010	Am Eisenbühl	0010	Fahrbahn	Asphalt	237,29	8.305,15 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00708	Am Eisenbühl_36074_0010	Am Eisenbühl	0010	Gehweg	Asphalt	42,21	1.477,35 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00706	Am Eisenbühl_36074_0010	Am Eisenbühl	0010	Gehweg	Asphalt	33,22	1.162,70 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00794	Am Eisenbühl_36074_0020	Am Eisenbühl	0020	Fahrbahn	Asphalt	473,82	16.583,70 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00793	Am Eisenbühl_36074_0020	Am Eisenbühl	0020	Gehweg	Asphalt	164,56	5.759,60 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00795	Am Eisenbühl_36074_0030	Am Eisenbühl	0030	Fahrbahn	Asphalt	154,40	5.404,00 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00792	Am Eisenbühl_36074_0030	Am Eisenbühl	0030	Gehweg	Asphalt	41,51	1.452,85 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00799	Am Eisenbühl_36074_0040	Am Eisenbühl	0040	Fahrbahn	Asphalt	158,52	5.548,20 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00798	Am Eisenbühl_36074_0040	Am Eisenbühl	0040	Gehweg	Asphalt	49,19	1.721,65 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00803	Am Eisenbühl_36074_0050	Am Eisenbühl	0050	Fahrbahn	Asphalt	447,59	15.665,65 €	35,00 €	df	2019
FL_06042018_00802	Am Eisenbühl_36074_0050	Am Eisenbühl	0050	Gehweg	Asphalt	211,73	7.410,55 €	35,00 €	df	2019

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 Synergieeffekte 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. 8,0 Mio. Euro welches über die 10 Jahre weitgehend gleichmäßig verteilt wird. In Abb. 38 ist die entsprechende Kostenverteilung für den Prognosezeitraum 2018 – 2027 detailliert dargestellt.

Ausgaben 2018 -2027 differenziert nach Maßnahmen (BB)

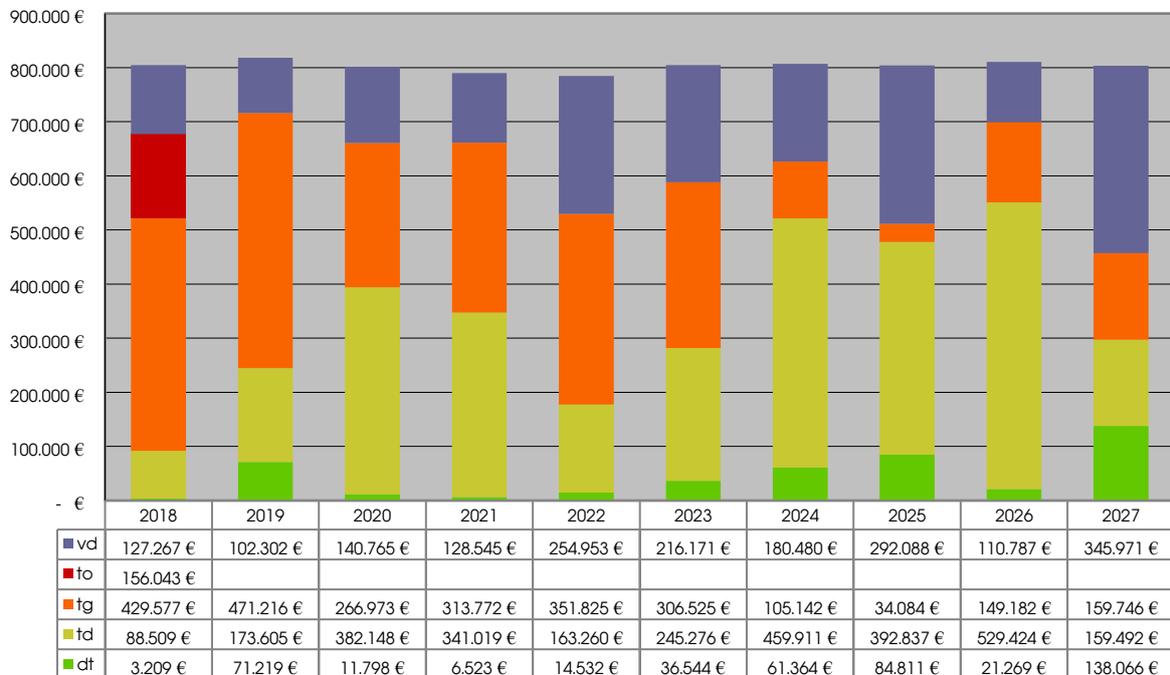


Abb. 38: Prognose Ausgaben 2018 - 2027 differenziert nach Maßnahmenarten

Bedeutung der berücksichtigten Maßnahmenarten:

- vd Verstärkung der Decke (AC 16 TDS),
- to Tiefeinbau des gesamten Oberbaus,
- tg Tiefeinbau der gebundenen Schichten,
- td Tiefeinbau der Deck- und Binderschicht (Decke),
- dt Tiefeinbau der Deckschicht.

Unter Aufbringung dieses Budgets würde das Straßennetz im Jahr 2027 einen durchschnittlichen Gesamtwert von 3,3 aufweisen. Dies entspricht der Zustandsklasse 6 und damit einer Verschlechterung gegenüber dem aktuellen Gesamtwert von 2,7 (ZK 4).

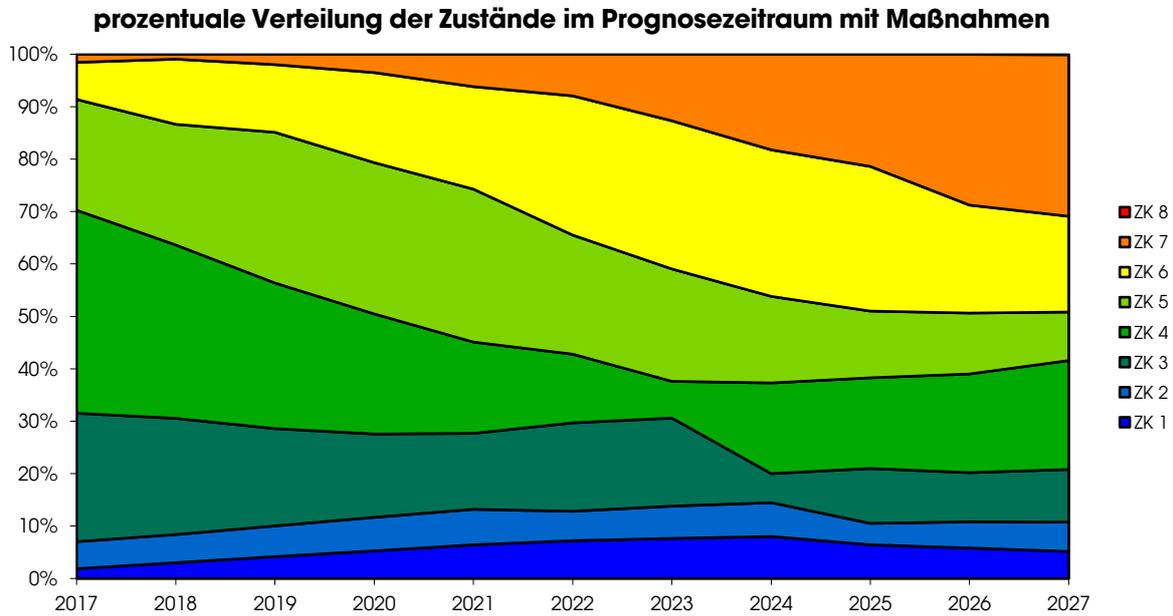


Abb. 39: prozentuale Verteilung der Zustandsklassen auf die befestigten Flächen 2017-2027

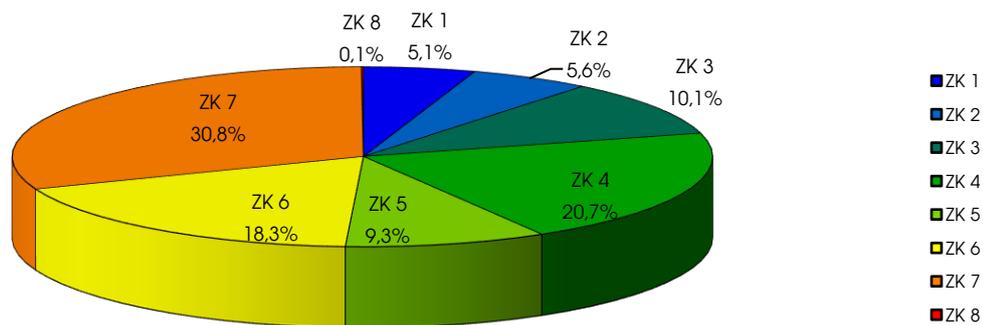


Abb. 40 Verteilung der Zustandsklassen auf die befestigten Flächen in 2027

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 2027, zeigt Abbildung 41.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Fahrbahn	18.624	23.453	45.984	82.691	36.349	77.438	137.687	79	422.305
Geh-/Radwege	9.226	7.614	8.318	17.860	7.380	21.776	31.923	443	104.541
Parken	128	572	2.354	9.667	5.340	4.153	4.300		26.514
sonstige Flächen	1.296	107	722	7.585	3.660	506	1.321		15.196
Gesamtergebnis	29.274	31.747	57.377	117.803	52.729	103.873	175.230	523	568.555

Abb. 41: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Funktion in 2027

Die folgende Abbildung 42 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Verkehrsflächen unterschieden nach ihren Deckschichtarten und Zustandsklassen im Jahre 2027.

Fläche m ²	2027								Gesamt
	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	ZK 6	ZK 7	ZK 8	
Asphalt	27.223	30.469	48.789	90.273	29.260	101.221	164.769	523	492.528
Beton		76	120	303	81	741	105		1.426
Betonstein		768	7.750	11.512	2.173	1.888	203		24.294
Naturstein			367	1.432	2.249	22			4.070
wassergebunden	2.052	434	350	14.282	18.966		10.153		46.237
Gesamtergebnis	29.274	31.747	57.377	117.803	52.729	103.873	175.230	523	568.555

Abb. 42: Verteilung der befestigten Flächen auf die Zustandsklassen nach Deckschichtarten in 2027

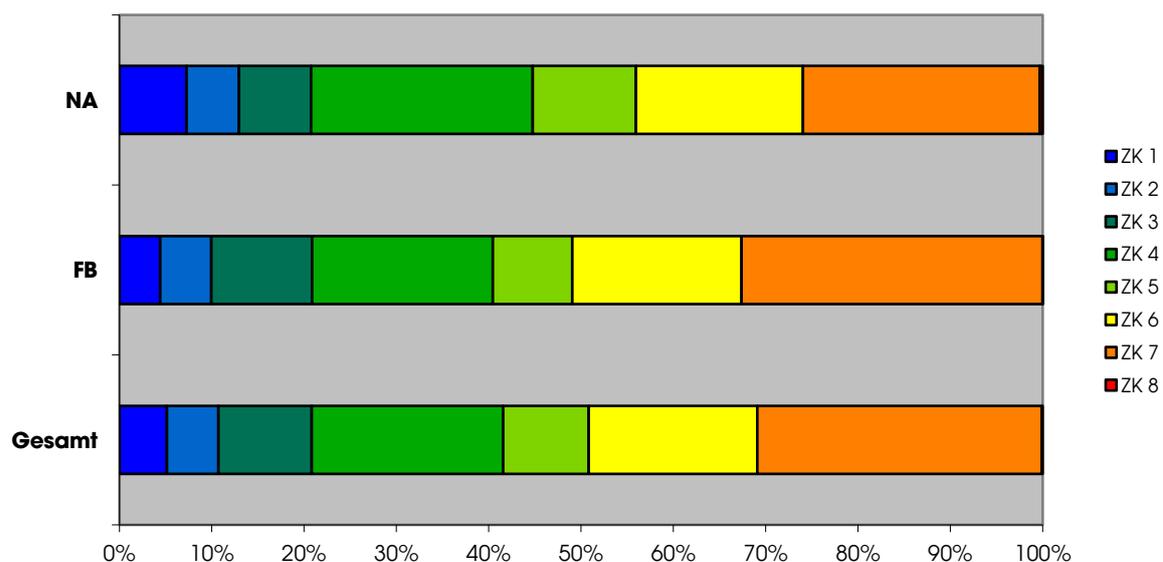


Abb. 43: Verteilung der Zustandsklassen für Fahrbahnen (FB) und Nebenanlagen (NA) in 2027

3.3.4 Liste der nicht berücksichtigten Flächen mit erhöhtem Rissanteil

Insbesondere auf asphaltierten Fahrbahnen ist in Aulendorf 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 Aulendorf bereits bei 2,5. Zur Verdeutlichung listet Tabelle 44 die Verteilung dieser Zustandswerte für Aulendorf noch einmal im Detail auf.

Aulendorf	ZWRIS	Fläche m²	Anteil	
Fahrbahn Asphalt	1,0	56.950	14,6%	0-10 % Risse (50,5 %)
	1,5	29.052	7,4%	
	2,1	111.500	28,5%	
	2,8	99.984	25,6%	10-20 % Risse (37,9 %)
	3,5	48.237	12,3%	
	4,0	28.980	7,4%	>20 % Risse (11,6 %)
	4,5	8.829	2,3%	
	5,0	7.407	1,9%	

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

Über elf 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 (>15%) in den Tabellen auf der mitgelieferten CD separat aufgelistet. Dabei ist örtlich zu entscheiden, ob eventuell eine Oberflächenbehandlung (z. B. durch Verfugen von Rissen) in Betracht zu ziehen ist.

GIS-ID	Str_Abs	Strassenname	Abschnitt	Nutzung	Material	Fläche m²
FL_06042018_01937	Allewindenstraße_36062_0100	Allewindenstraße	0100	Bauwerk (Fahrbahn)	Asphalt	146,16
FL_06042018_01931	Allewindenstraße_36062_0100	Allewindenstraße	0100	Gehweg	Asphalt	181,69
FL_06042018_01930	Allewindenstraße_36062_0100	Allewindenstraße	0100	Gehweg	Asphalt	133,02
FL_06042018_02578	Alte Kiesgrube_35785_0021	Alte Kiesgrube	0021	Fahrbahn	Asphalt	938,49
FL_06042018_00987	Am Bächle_36070_0015	Am Bächle	0015	Fahrbahn	Asphalt	762,38
FL_06042018_00548	Am Sonnenbühl_36086_0040	Am Sonnenbühl	0040	Gehweg	Asphalt	184,11
FL_06042018_00558	Auf dem Galgenbühl_36090_0020	Auf dem Galgenbühl	0020	Fahrbahn	Asphalt	402,82
FL_06042018_00869	Auf dem Kronenberg_36094_0030	Auf dem Kronenberg	0030	Fahrbahn	Asphalt	366,63
FL_06042018_03414	Aulendorf/Mochenwangen_Y0013_0020	Aulendorf/Mochenwangen	0020	Fahrbahn	Asphalt	533,76
FL_15062018_03457	Bahnhofstraße_36114_0021	Bahnhofstraße	0021	Verkehrinsel	Asphalt	6,84
FL_06042018_00415	Bildstock_35836_0020	Bildstock	0020	Fahrbahn	Asphalt	54,65
FL_06042018_01100	Blumenstraße_36139_0030	Blumenstraße	0030	Fahrbahn	Asphalt	383,52

Abb. 45: Ausschnitt von Flächen mit hohem Rissanteil (>15%) 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 Aulendorf 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 Prognose Szenarien 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 fast **7,6 Mio. Euro** deutlich. Für den gesamten Zeitraum von zehn Jahren ergibt sich **ein Investitionsbedarf von ca. 26,6 Mio. Euro**. Es ist anzunehmen, dass die Stadt Aulendorf nicht alle in diesem Szenario vorgesehenen Maßnahmen in vollem Umfang umsetzen können wird.

In einem dritten Szenario wurde als Randbedingung ein **jährliches Budget von 800.000,- Euro** angesetzt. Unter Aufbringung des berücksichtigten Budgets würde sich der mittlere flächengewichtete Gesamtwert aller Verkehrsflächen von 2,7 im Jahr 2017 auf 3,3 im Jahr 2027 verschlechtern.

Der durchschnittliche Zustandswert für Risse auf asphaltierten Fahrbahnen liegt für Aulendorf derzeit bei 2,5. 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.

Mit diesem Erhaltungskonzept wird der Stadt Aulendorf aktuell ein Gesamtzustand auf insgesamt deutlich unterdurchschnittlichem Niveau ausgewiesen. **Das derzeit eingeplante jährliche Budget von ca. 800.000 Euro wird** jedoch erkennbar **nicht ausreichen, den** aktuell festgestellten **Zustand über den Prognosezeitraum von zehn Jahren flächendeckend** auf dem derzeitigen Niveau **halten zu können**.

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, 30. August 2018



eagle eye technologies GmbH

Invalidenstraße 97 / Platz vor dem Neuen Tor 4
10115 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

5. Anlage 1: Schadensbilder (Beispiele)



Booser Straße (Setzungen, Risse, Flicke)



Gumpenweihergäble (Setzungen, Risse, Flicke)



Sättelstraße (Setzungen, Risse, Flicke, Ausbruch)



Reutener Straße (Risse, Setzungen, Ausbruch)



Hillstraße (Risse, Setzungen)



Zollenreuter Fußweg (Ausbruch, Risse, Flicke, Setzungen)