



# Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) der Landesstraßen in Rheinland-Pfalz 2022

Schlussbericht

## Impressum

### **HELLER Ingenieurgesellschaft mbH**

Otto-Hesse-Straße 19/T9

64293 Darmstadt

[www.heller-ig.com](http://www.heller-ig.com)

### **im Auftrag des**

### **Landesbetriebs Mobilität**

### **Rheinland-Pfalz**

Friedrich-Ebert-Ring 14-20

56068 Koblenz

Alle Inhalte dieses Dokuments, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Sofern vertraglich nicht anderweitig vereinbart, bedürfen die Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung der Zustimmung des Urhebers.

26. Mai 2023, 2.0

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Inhalt und Datengrundlagen.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Zustandserfassung und -bewertung (ZEB).....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Verfahren und Teilprojekte .....</b>	<b>7</b>
2.1.1	Bewertung der Längsebenheit.....	9
2.1.2	Bewertung der Querebenheit .....	10
2.1.3	Erfassung und Bewertung der Griffigkeit.....	11
2.1.4	Erfassung und Bewertung der Substanzmerkmale (Oberfläche).....	12
2.1.5	Lineares Modell des Straßennetzes.....	15
2.1.6	Zuordnung der Daten zum Straßennetz .....	15
2.1.7	ZEB-Auswerteabschnitte (Raster).....	16
2.1.8	Berechnung der Zustandsgrößen .....	17
<b>2.2</b>	<b>Zustandsbewertung (neue Wertesynthese).....</b>	<b>17</b>
2.2.1	Berechnung der Zustandswerte (Normierung).....	18
2.2.2	Berechnung der Teilwerte und des Gesamtwerts (Wertesynthese) .....	20
<b>3</b>	<b>Netzgrunddaten und Erfassungsumfang.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Netzgrunddaten .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Sollerfassungsumfang .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Datenbereitstellung.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Erfassung.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Erfassungszeitraum und -fortschritt .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>Datenlieferungen / Termine .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Vollständigkeit .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Qualitätssicherung.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Formatvorgaben.....</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Automatisierten Prüfung der Rohdaten .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3</b>	<b>Manuelle Prüfung der Rohdaten über die Online-Visualisierung.....</b>	<b>28</b>
<b>5.4</b>	<b>Relevante Prüfergebnisse .....</b>	<b>30</b>

<b>5.5</b>	<b>Kontrollprüfungen .....</b>	<b>33</b>
5.5.1	Kontrollprüfungen im TP1 und 3 (Ebenheit und Substanzmerkmale).....	33
5.5.2	Kontrollprüfungen im TP2 (Griffigkeit) .....	37
<b>6</b>	<b>Statistische Kennzahlen zum Zustand .....</b>	<b>39</b>
6.1	Zustandsverteilung 2022 (neue Wertesynthese) .....	40
6.2	Mittelwerte 2022 (neue Wertesynthese).....	42
6.3	Zustandsentwicklung (neue Wertesynthese).....	43
6.4	Zustandsverteilung 2022 (alte Wertesynthese) .....	46
6.5	Mittelwerte 2022 (alte Wertesynthese) .....	48
6.6	Weitere Statistiken .....	49
<b>7</b>	<b>Zustandskarten .....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>Streckenbänder .....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>Verzeichnis der Anlagen .....</b>	<b>54</b>
<b>11</b>	<b>Quellenangaben .....</b>	<b>54</b>
<b>12</b>	<b>Abkürzungen.....</b>	<b>54</b>
	<b>Bildverzeichnis .....</b>	<b>57</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>59</b>

# 1 Inhalt und Datengrundlagen

Die Sicherstellung der Mobilität ist aktuell ein viel diskutiertes und politisch wie gesellschaftlich relevantes Thema. Neben der Energieeffizienz und der Weiterentwicklung intelligenter Fahrzeuge ist insbesondere eine anforderungsgerechte Verkehrsinfrastruktur eine grundlegende Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Mobilität als Garant für eine funktionstüchtige und erfolgreiche Wirtschaft. Die Verkehrsinfrastruktur stellt volkswirtschaftlich betrachtet den größten Vermögenswert unserer Gesellschaft dar.

Diesem gilt es durch ein adäquates Management zu sichern. Als Grundlage hierfür sind Kennzahlen, sogenannte Key Performance Indicators (KPI), erforderlich, die sich zur Beschreibung des Status quo sowie zum Aufzeigen von Trends eignen und damit für Investitionsentscheidungen, für das Controlling bzw. zur Erarbeitung von Strategien genutzt werden können.



**Bild 1** Kreislauf der Erhaltungsplanung, HELLER

In Rheinland-Pfalz sind die Daten der ZEB ein fester Bestandteil bei der Entscheidungsfindung im Prozess der Erhaltungsplanung der Landesstraßen (**Bild 1**). Die Planung erfolgt nicht direkt auf der Grundlage der Ergebnistabelle bzw. Zustandskarte. Damit eine effiziente und effektive Planung mit einem möglichst hohen Nutzen möglich ist, werden die vergleichsweise kurzen erhaltungsbedürftigen Zustandsabschnitte gezielt zu längeren Erhaltungsabschnitten aggregiert und priorisiert.

Inhalt dieses Berichtes ist die Darstellung der statistischen Auswertungen zur 2022 durchgeführten messtechnischen Zustandserfassung und -bewertung der Landesstraßen sowie der für die ZEB eingesetzten Verfahren.

Um die Entwicklung des Zustands aufzeigen zu können wurden die Daten der vorangehenden ZEB-Projekte aus dem Jahr 2017 in die Auswertung einbezogen. Die Zustandsdaten wurden 2022 von der LEHMANN+PARTNER GmbH zusammen mit 3 Nachunternehmern, der IFI Consult GmbH, dem Chemisch Technischen Laboratorium Heinrich Hart GmbH sowie der Schniering GmbH, messtechnisch erfasst. Die Datenprüfung und Auswertung erfolgte jeweils durch die HELLER Ingenieurgesellschaft mbH (im weiteren Text HELLER). Die im gegenständlichen Bericht dargestellten

Auswertungen basieren auf der sogenannten Ergebnistabelle. Diese beinhalten die 100m (freie Strecke) bzw. 20 langen (Ortsdurchfahrten) Auswerteabschnitte der ZEB mit den zugehörigen Zustandsgrößen und Zustandswerten.

Die Ergebnistabelle bildet u.a. die Grundlage für die kartografische Darstellung des Zustands und die Berechnung statistischer Kennzahlen zum Netz. Durch den Netzbezug lassen sich die Zustandsdaten mit den Daten vorangehender Kampagnen netz- und ortsbezogen vergleichen bzw. mit Bestands- und Maßnahmen Daten anwendungsbezogen verschneiden. Detailliertere Darstellungen des Straßenzustands lassen sich darüber hinaus anhand der sogenannten Rohdaten und des darin gespeicherten Netzbezugs erzeugen. Die Zustandsdaten können in den unterschiedlichen Aggregationsstufen bzw. nach entsprechender Auswertung und Verschneidung mit weiteren Informationen zur Infrastruktur sowohl auf der strategischen, der taktischen als auch der operativen Entscheidungsebene eingesetzt werden. Im Laufe der letzten 20 Jahre hat sich der Anwendungsbereich sukzessive erweitert. In der folgenden Übersicht (**Bild 2**) werden die wesentlichen Anwendungsfelder der ZEB zusammen mit den jeweiligen Inputdaten bzw. Aggregationsstufen dargestellt.

		Aggregationsstufen der Zustandsdaten								
		Maschinenrohdaten	Standardisierte Rasterrohdaten	Zustandsgrößen	Zustandswerte	Komplexe Zustandsindikatoren	Statistische Indikatoren für Objekte oder Regionen	Key Performance Indicators (KPI)		
<b>Anwendung der Zustandsdaten</b>	Qualitätssicherung der ZEB-Daten	■	■	■						<b>Operative Entscheidungsebene</b>
	Analysen zur Schadensursache			■						
	Erarbeitung von Modellen zur Zustandsprognose			■	■					
	Analysen und Gutachten bei Fahrzeugschäden		■	■	■					
	Planung von Erhaltungsmaßnahmen			■	■	■				
	Planung von Erhaltungsprogrammen			■	■	■	■			<b>Taktische Entscheidungsebene</b>
	Bewertung von Bauweisen und Technologien			■	■	■	■			
	Zuweisung der Finanzmittel für Bauämter und andere Regionen				■	■	■	■		
	Monetäre Bewertung / Bilanzierung der Straßeninfrastruktur					■	■	■		<b>Strategische Entscheidungsebene</b>
	Analyse räumlicher Trends und Disparitäten						■	■	■	
	Information des Eigentümers (Parlament, Regierung) zum Bestand und Zustand der Infrastruktur							■	■	
	Information der Öffentlichkeit								■	

**Bild 2** Anwendungsfelder der ZEB und jeweils erforderliche Inputdaten, HELLER

Im gegenständlichen Projekt wurde für die Bewertung der Kampagnen das bereits 2017 eingesetzte Schema verwendet. Dieses basiert auf einer Anpassung der Bewertungsmethode des Bundes, die in dieser Form in der ZTV ZEB-StB (Ausgabe 2018) dokumentiert ist. Das Verfahren wird seit 2017 vom Land Rheinland-Pfalz zur Bewertung der Landesstraßen angewendet. Zusätzlich zu diesem Verfahren wurden die Daten des gegenständlichen Projekts auch nach dem davor verwendeten Verfahren gemäß ZTV ZEB-StB (Ausgabe 2006) bewertet.

Die Verfahren zur Erfassung und Bewertung werden in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben.

## 2 Zustandserfassung und -bewertung (ZEB)

### 2.1 Verfahren und Teilprojekte

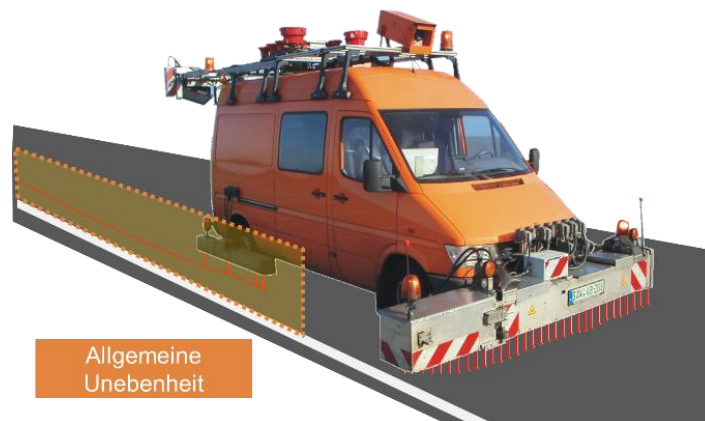
Bei dem Anfang der 1990er Jahre vom Bund entwickelten Verfahren der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) werden die Straßen mit speziellen Messfahrzeug (siehe nachfolgende Bilder) im fließenden Verkehr befahren.

Dabei werden die relevanten Oberflächeneigenschaften messtechnisch erfasst und in Form standardisierter Erfassungsrohdaten gespeichert. Aus diesen Rohdaten werden im weiteren Verlauf abschnittsbezogene Zustandsgrößen und schließlich die für die Bewertung erforderlichen Zustandswerte, d.h. Notenwerte von 1-5, berechnet.

Die Erfassung gliedert sich in drei Teilprojekte (TP):

#### Teilprojekt 1: Ebenheit

Teilprojekt 1a: Längsebenheit



**Bild 3** Messsystem zur Erfassung der Längsebenheit, IFI Consult GmbH

Teilprojekt 1b: Querebenheit (Bild: IFI Consult GmbH)



**Bild 4** Messsystem zur Erfassung der Querebenheit, IFI Consult GmbH

#### Teilprojekt 2: Griffigkeit

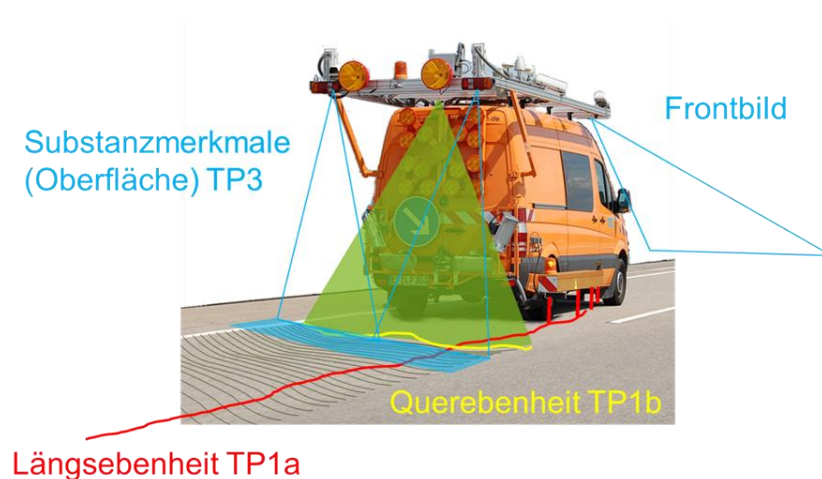


**Bild 5** Messsystem (Seitenkraftmessverfahren) zur Erfassung der Griffigkeit, IFI Consult GmbH

### Teilprojekt 3: Substanzmerkmale (Oberfläche)



**Bild 6** Messsystem zur Erfassung der Substanzmerkmale, IFI Consult GmbH



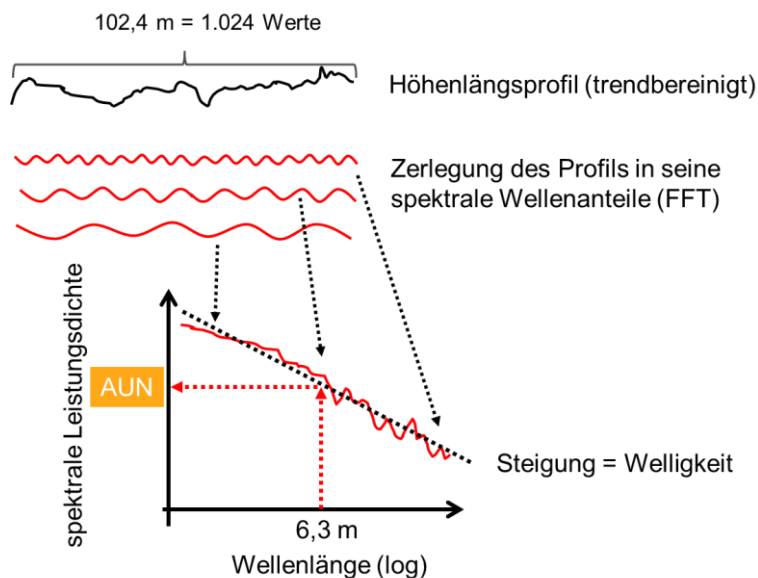
**Bild 7** Messfahrzeug der LEHMANN+PARTNER GmbH mit Anordnung des Querprofilscanners im hinteren Bereich des Fahrzeugs



## 2.1.1 Bewertung der Längsebenheit

Die Bewertung der Längsebenheit erfolgt auf der Grundlage des sogenannten wahren Höhenlängsprofils. Dieses wird in der rechten Rollspur erfasst. Dazu wird das ursprünglich in England entwickelte HRM-Verfahren (High-Speed-Road-Monitoring) eingesetzt. Bei diesem tasten 4 hintereinander angeordnete Laser die Straßenoberfläche in einem Längsschnitt kontinuierlich ab. Die Höhenpunkte des Profils haben einen Längsabstand von 10cm und eine Höhenauflösung von ca. 1/10mm. Das Profil bildet nach entsprechender Trendbereinigung die für eine fahrdynamische Bewertung der Landstraßen relevanten Wellenlängen von 20cm bis 50m ab. Das Profil wird hierfür in seine einzelnen Wellenanteile zerlegt (**Bild 8**). Für die einzelnen Wellenanteile wird die sogenannte spektrale Leistungsdichte bestimmt.

Lange Wellenlängen weisen bei Straßen typischerweise große, kurze Wellenlängen hingegen kleine Amplituden auf. Bei logarithmischer Darstellung der Leistungsdichte über der Wellenlänge ergibt sich in der Regel ein nahezu linearer Verlauf. Die Steigung der Regressionsgeraden beschreibt die Welligkeit. Die Allgemeine Unebenheit (AUN) entspricht der spektralen Leistungsdichte bei einer Wellenlänge von 6,3 m und besitzt die Einheit  $\text{cm}^3$ .



**Bild 8** Bestimmung der Allgemeinen Unebenheit (AUN) anhand des Längsprofils, HELLER

In **Tabelle 1** ist das für die Bewertung der Längsebenheit gem. ZTV ZEB-StB (2018) relevante Zustandsmerkmale aufgeführt.

Zustandsmerkmal	Zustandsindikator	Kürzel
Allgemeine Unebenheit	Bewertung der Ausprägung der spektralen Leistungsdichte einzelner aus dem wahren Höhenlängsprofil für eine Auswertelänge von 104,4m bestimmten Frequenzbänder [ $\text{cm}^3$ ].	<b>AUN</b>

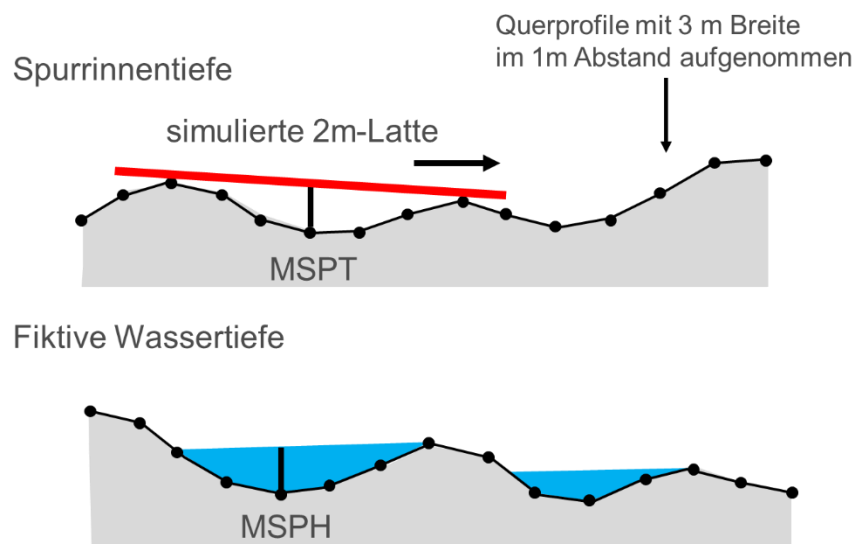
**Tabelle 1** Zustandsgrößen zur Beschreibung der Längsunebenheit

## 2.1.2 Bewertung der Querebenheit

Grundlage für die Bewertung der Querebenheit bilden Querprofile, die laserbasiert im Abstand von einem Meter und einer Breite (bei Landesstraßen) von 3 m mit einer Höhenauflösung von ca. 1/10 mm erfasst werden.

Die Spurrinntentiefe wird nach dem Prinzip einer gleitenden 2-m-Latte berechnet (**Bild 9**, oben). Für die rechte und linke Rollspur werden dabei jeweils die maximalen Abstände zwischen der Latte und der Fahrbahnoberfläche angegeben.

Für die Bestimmung der Fiktiven Wassertiefe wird je Querprofil berechnet, wie hoch sich Wasser in den Spurrinnen stauen kann (**Bild 9**, unten). Dieses ist ein theoretischer Wert, da hierbei nur die Entwässerung in Querrichtung, nicht aber Längsrichtung, betrachtet wird.



**Bild 9** Bestimmung der Ebenheit im Querprofil, HELLER

Nachfolgend sind die bei der ZEB für die Bewertung der Querebenheit gem. ZTV ZEB-StB (2018) relevanten Zustandsmerkmale aufgeführt (**Tabelle 2**).

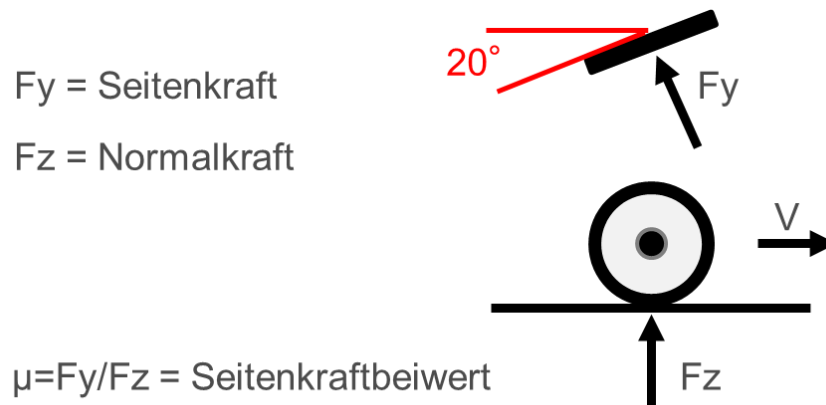
Zustandsmerkmal	Zustandsindikator	Kürzel
Spurrinntentiefe	Maximum aus linker und rechter Spurrinntentiefe unter der 2-m-Latte (Mittelwert für den Zustandsabschnitt) [mm]	<b>MSPT</b>
Fiktive Wassertiefe	Maximum aus linker und rechter Fiktiver Wassertiefe (Mittelwert für den Zustandsabschnitt) [mm]	<b>MSPH</b>

**Tabelle 2** Zustandsgrößen zur Beschreibung der Querunebenheit

### 2.1.3 Erfassung und Bewertung der Griffigkeit

Bei dem ursprünglich in England entwickelten Seitenkraftmessverfahren (SKM) wird die Kraft bestimmt, die auf ein Messrad einwirkt, das schräg mit einem Winkel von 20 ° zur Fahrtrichtung auf einem künstlich erzeugten Wasserfilm in rechten Rollspur läuft. Die technischen Anforderungen sind in der Technischen Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (TP Griff-StB (SKM), Ausgabe 2007) definiert.

Der Quotient aus der gemessenen Seitenkraft  $F_y$  und der statischen Radlast (Normalkraft)  $F_z$  ergibt den Seitenkraftbeiwert  $\mu_y$  (**Bild 10**). Der mittlere Seitenkraftbeiwert wird im 1-m-Abstand gespeichert. Da die Reibung mit zunehmender Geschwindigkeit bzw. höherer Temperatur bei Straßen in der Regel abnimmt wird, erfolgt eine entsprechende Korrektur auf eine vorgegebene Bezugsgeschwindigkeit (innerorts 40 km/h und außerorts 60 km/h) bzw. Temperatur.



**Bild 10** Grafik über die Bestimmung des Seitenkraftbeiwertes, HELLER

In der folgenden Tabelle sind die für die Bewertung der Griffigkeit relevanten Zustandsgrößen aufgeführt:

Zustandsmerkmal	Zustandsindikator	Kürzel
Griffigkeit	Seitenkraftbeiwert für die Bezugsgeschwindigkeit 60 km/h zur Bewertung der freien Strecke [-]	<b>GRI_60</b>
	Seitenkraftbeiwert für die Bezugsgeschwindigkeit 40 km/h zur Bewertung der Ortsdurchfahrten [-]	<b>GRI_40</b>

**Tabelle 3** Griffigkeit – Zustandsgrößen

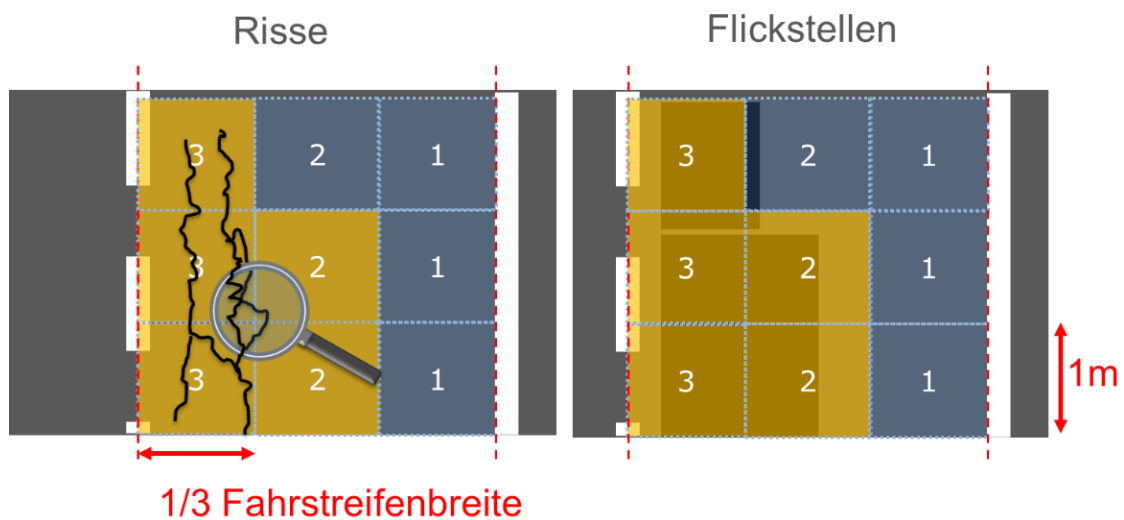
Hinweis zur Erfassung der Griffigkeit: Im gegenständlichen Projekt wurde das Verfahren zur Berechnung der Zustandsgrößen (GRI\_40 bzw. GRI\_60) angepasst. Die sonst gemäß Technischer Prüfvorschrift vorgegebene Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h (für ein gleitend im 1m-Abstand berechnetes Fenster von 20m) wurde auf Wunsch des Auftraggebers auf 20 km/h abgesenkt. Dieses geschah, damit die in engen Kurven bzw. vor Lichtsignalanlagen bei der Griffigkeit und damit auch beim Gebrauchs- und Gesamtwert entstehenden Datenlücken geschlossen werden. HELLER hat für die Berechnung eine eigene Software eingesetzt.

### 2.1.4 Erfassung und Bewertung der Substanzmerkmale (Oberfläche)

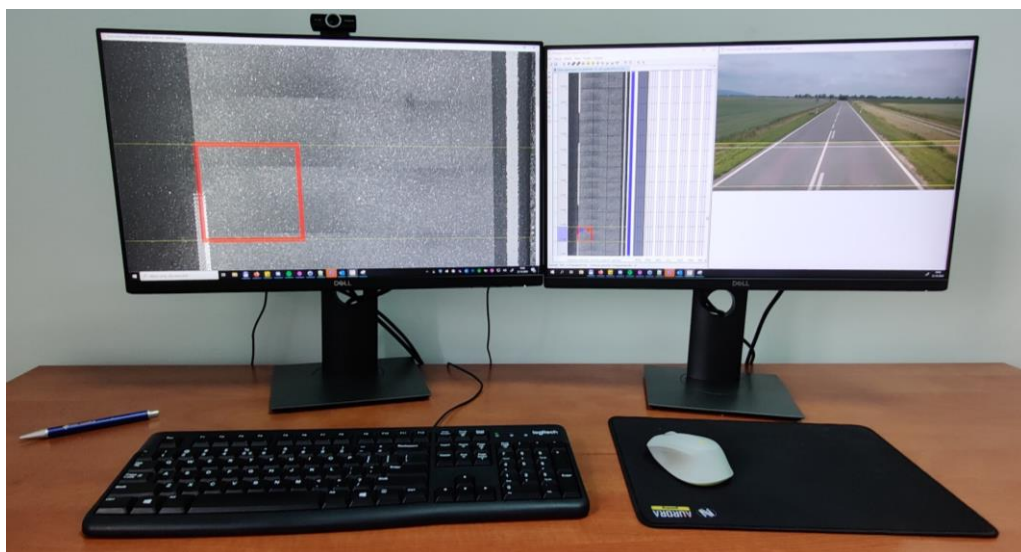
Die Erfassung der an der Fahrbahnoberfläche sichtbaren Substanzmerkmale erfolgt auf der Grundlage hochauflösender Strecken- und Oberflächenbilder. Das Erfassungsverfahren gewährleistet, dass Rissbreiten ab 1,0 mm sicher festgestellt werden können.

Die während der Befahrung parallel zur Erfassung der Ebenheit aufgezeichneten Bilder von der Straßenoberfläche bzw. vom Straßenraum (Frontbild) werden nachträglich von geschultem Personal, z.T. auch schon durch Bilderkennung (KI) unterstützt, ausgewertet.

Dazu wird bei den Asphaltbauweisen der aufgenommene Fahrstreifen zunächst in der Breite in drei Segmente mit einer Länge von 1m aufgeteilt. In einem zweiten Schritt werden die von den einzelnen Merkmalen (Risse, Flickstellen usw.) betroffenen Segmente datentechnisch markiert (**Bild 11, Bild 12**). Die Erfassung erfolgt getrennt für Asphalt und Betonbauweisen.



**Bild 11** Beispiel zur Schadensauswertung mit der Markierung der betroffenen Segmente, HELLER



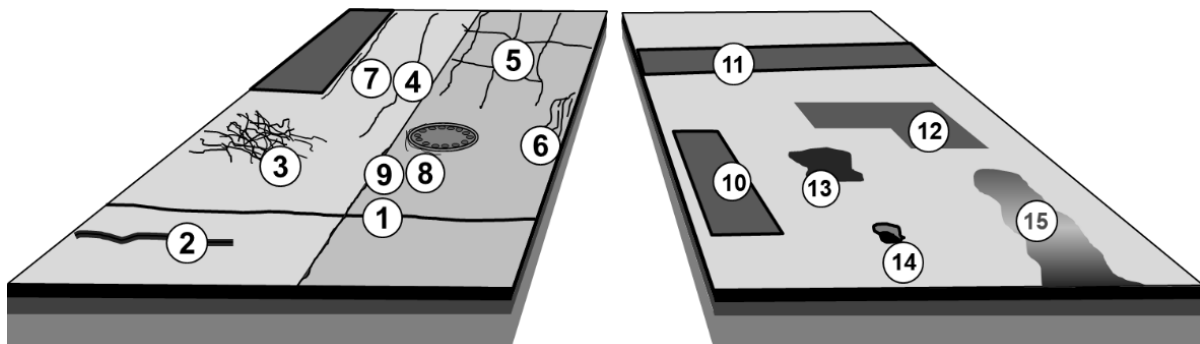
**Bild 12** Beispiel für einen Arbeitsplatz zur Schadensauswertung, HELLER

In der folgenden **Tabelle 4** sind die für die Bewertung des Erhaltungsbedarfs relevanten Oberflächenmerkmale für die Asphaltbauweise aufgeführt.

Kürzel	Zustandsmerkmal	Zustandsindikator	Darstellung
<b>RISS</b>	Netzrisse, Risshäufungen und Einzelrisse	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<b>EFLI</b>	Flickstellen, eingelegt	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	10, 11
<b>AFLI</b>	Flickstellen, aufgebracht	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	12, 13
<b>AUS</b>	Ausbrüche	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	14
<b>ONA</b>	Offene Arbeitsnähte*	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	9
<b>RSFA</b>	Restschadensfläche (Asphalt)	betroffener Flächenanteil der Fahrbahnoberfläche [%]	

**Tabelle 4** Substanzmerkmale und Zuordnung für die Asphaltbauweise

In **Bild 13** sind typische Schadensbilder der Asphaltbauweise dargestellt.

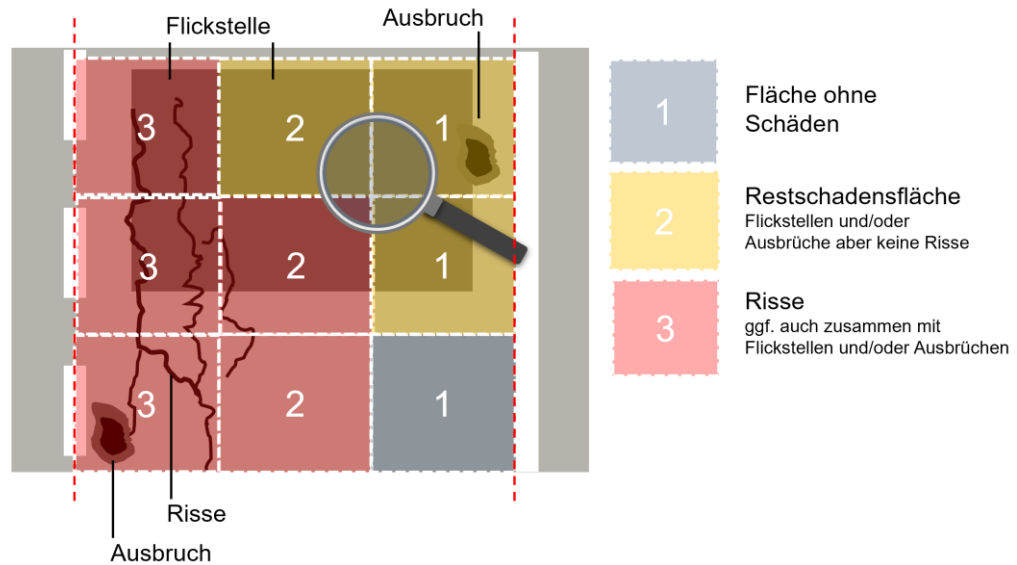


**Bild 13** Schematische Beispiele zu den Substanzmerkmalen, HELLER

Das 2015 für die ZEB des Bundes eingeführte Merkmal Restschadensfläche ist strenggenommen kein eigenes Schadensbild. Es handelt sich um eine Hilfsgröße, mit der die von den „restlichen“ relevanten Schadensmerkmalen betroffenen Flächenanteile anders bewertet werden können als die von Rissen betroffenen Flächenanteile. Die Restschadensfläche stellt die Differenzmenge (Restmenge) aus der gesamten Schadensfläche und der von Netzrissen, Risshäufungen und Einzelrissen betroffenen Fläche dar. Die gesamte Schadensfläche wird hierbei aus den Flächenanteilen mit Netzrissen, Risshäufungen und Einzelrissen, Flickstellen und/oder Ausbrüchen gebildet.

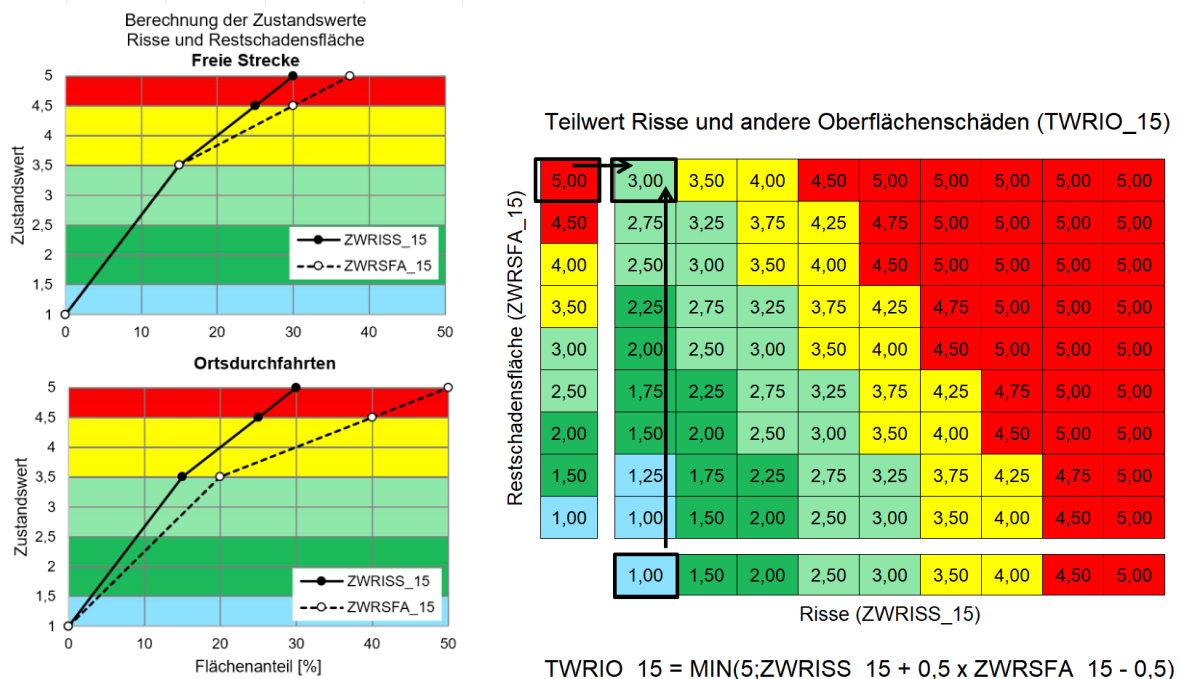
Ein Beispiel zur Bildung der Restschadensfläche ist in (**Bild 14**) dargestellt. Für alle Auswertesegmente, die von Rissen oder Rissen und sonstigen Substanzmerkmalen (Flickstellen und/oder Ausbrüchen) betroffenen sind, wird der Flächenanteil an der Gesamtfläche im ZEB-Auswerteabschnitt berechnet und als Zustandsgröße RISS (Risse) in die Ergebnistabelle übernommen. Für die übrigen Segmente, die von Flickstellen und / oder Ausbrüchen aber nicht gleichzeitig von Rissen betroffen

sind (im Beispiel gelb gekennzeichnet) wird auf dieselbe Weise der Flächenanteil berechnet und als Zustandsgröße RSFA (Restschadensfläche Asphalt) gespeichert.



**Bild 14** Beispiel zur Bestimmung der Restschadensfläche, HELLER

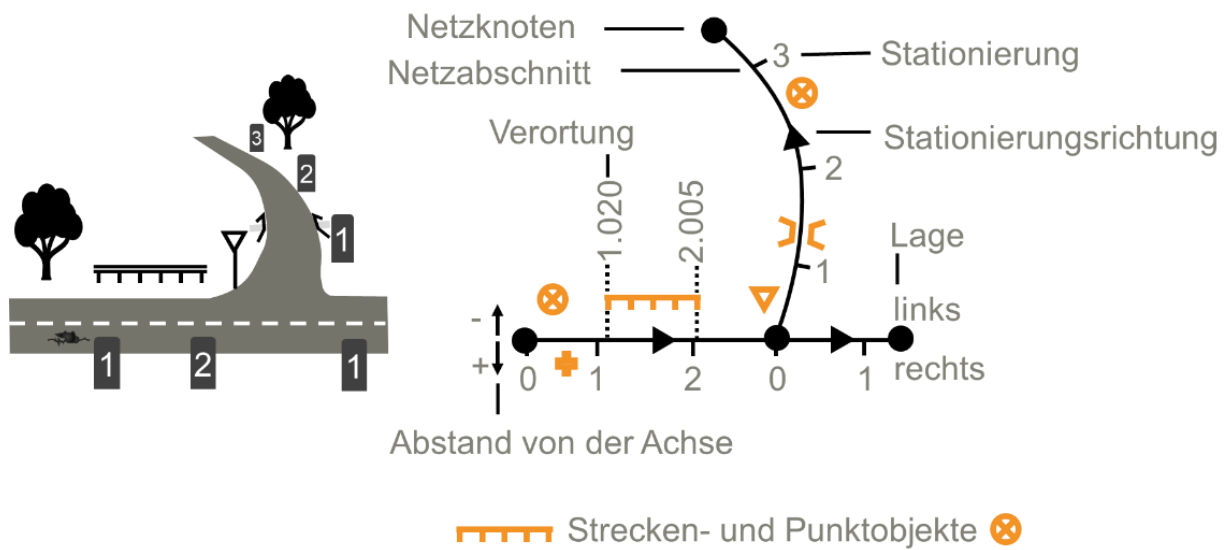
Die Zustandsgrößen werden getrennt voneinander in Zustandswerte überführt (normiert) und dann zum Teilwert RIO (Risse und Oberflächenschäden) zusammengefasst. Dabei wird das Merkmal Risse bei der Normierung und bei der Zusammenführung strenger bewertet bzw. berücksichtigt, als das Merkmal Restschadensfläche (**Bild 15**).



**Bild 15** Bewertung der Zustandsgrößen (Modell Rheinland-Pfalz) und Zusammenführung zum Teilwert Risse und Oberflächenschäden

### 2.1.5 Lineares Modell des Straßennetzes

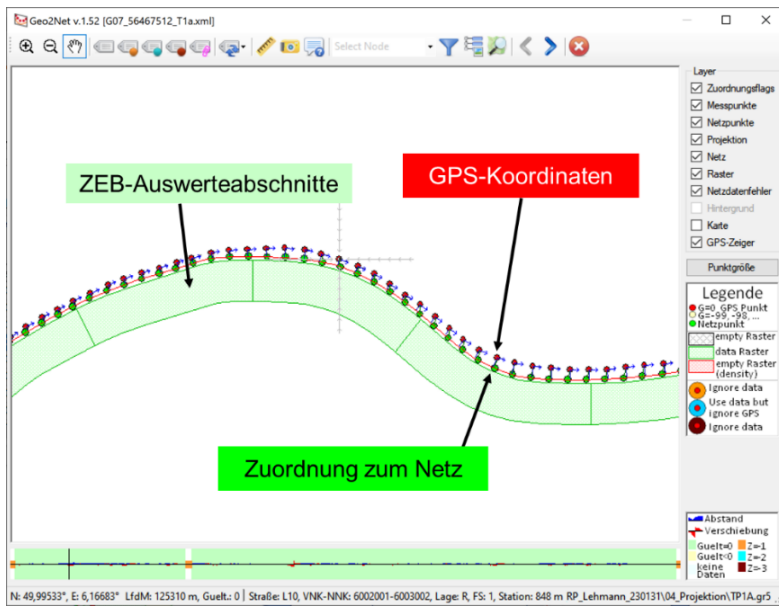
Das in der Anweisung Straßeninformationsbank (ASB) definierte lineare Modell des Straßennetzes ermöglicht die Verwaltung und Auswertung von Straßenbezogenen Daten. Das Straßennetz wird in Abschnitte unterteilt. Jeder Abschnitt wird durch zwei Netzknoten begrenzt, die durch eine eindeutige Nummerierung bezeichnet werden. Netzknoten werden in der Regel dort gebildet, wo zwei klassifizierte Straßen aufeinandertreffen. Die Abschnitte besitzen eine Richtung (in der Regel Süd - Nord bzw. West - Ost). Die Stationierung beginnt jeweils am Netzknoten und endend an dem im Verlauf der Straße nächstfolgenden Netzknoten. Durch Angabe des Abschnitts und der Station ist ein eindeutiges Ordnungsmerkmal für jede Stelle einer Straße gegeben.



**Bild 16** Lineares Modell des Straßennetzes

### 2.1.6 Zuordnung der Daten zum Straßennetz

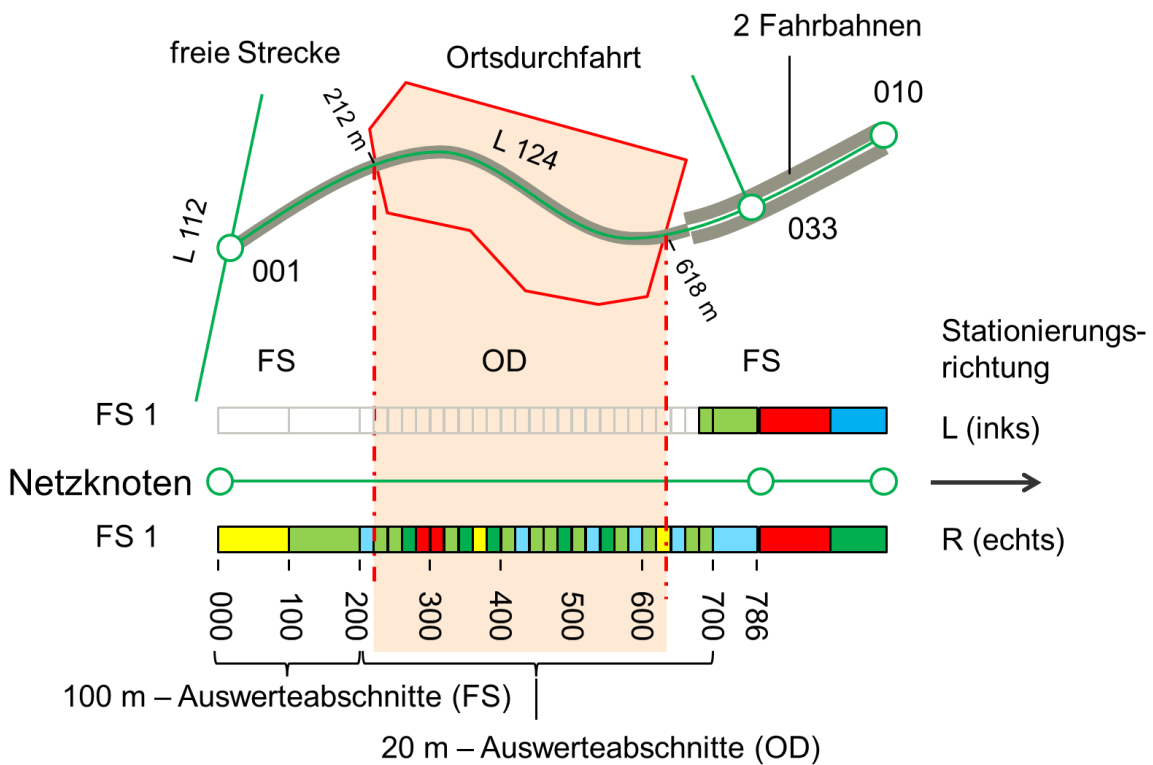
Bei der Zustandserfassung und -bewertung erfolgt die Zuordnung der gemessenen Zustandsrohdaten über die Projektion der Geokoordinaten, die mit dem GPS im 10-m-Abstand erfasst wurden, auf die als Polylinie vorliegende Straßenachse (Netzknotenabschnitt und Stationswert). Das Zuordnungsverfahren funktioniert automatisiert und ist daher sehr effizient anwendbar. Bei Netzänderungen, z.B. der Teilung von Netzabschnitten, lassen sich vorhandene Altdaten neu projizieren und damit mit neueren Daten vergleichen. Typischerweise lassen sich mit dem Verfahren Stationswerte mit einer Lagegenauigkeit von +5 m ermitteln.



**Bild 17** Zuordnung der Daten zum Straßennetz (Software Geo2Net, HELLER)

### 2.1.7 ZEB-Auswerteabschnitte (Raster)

Bei der freien Strecke weisen die ZEB-Auswerteabschnitte eine Länge von 100m und bei den Ortsdurchfahrten eine Länge von 20m auf (**Bild 18**). Das Raster beginnt jeweils am Start des Netzknotenabschnitts. Am Ende können sich damit Zustandsabschnitte ergeben, die kürzer als 100 bzw. 20 m sind.



**Bild 18** Auswerterraster der ZEB, HELLER



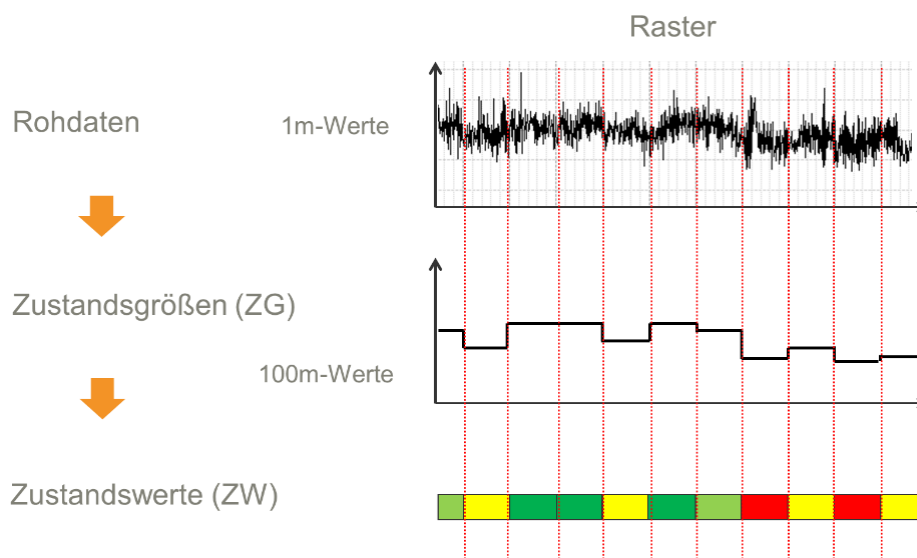
Die von der Ortsdurchfahrt geschnittenen bzw. die innerhalb der Ortsdurchfahrt liegenden 100m-Abschnitte werden mit 20m-Abschnitten aufgefüllt. Dadurch ist die in der Ergebnistabelle abgebildete Länge der Ortsdurchfahrten größer als die reale Länge. Im gegenständlichen Projekt erhöht sich der Anteil der Ortsdurchfahrten im Bezug zur Netzlänge durch die Rasterung um ca. 2 %.

### 2.1.8 Berechnung der Zustandsgrößen

Die Zustandsgröße beschreibt die Ausprägung der unterschiedlichen Zustandsmerkmale innerhalb des Zustandsabschnitts. Es handelt sich hierbei um physikalische Größen (z.B. mittlere Spurrinnentiefe [mm]) und noch keine Notenwerte.

Die Berechnung der Zustandsgrößen erfolgte durch eine abschnittsweise Aggregation der in den Zustandsrohdaten hinterlegten elementaren Zustandsinformationen (**Bild 19**).

Die ermittelten Zustandsgrößen werden in der sogenannten Ergebnistabelle mit dem jeweiligen Netzbezug für die 100m bzw. 20m langen ZEB-Auswerteabschnitte gespeichert.



**Bild 19** Berechnung der auswerteabschnittsbezogenen Zustandsgrößen und -Werte, HELLER

## 2.2 Zustandsbewertung (neue Wertesynthese)

Die Bewertung des Zustands erfolgt grundsätzlich in zwei Schritten.

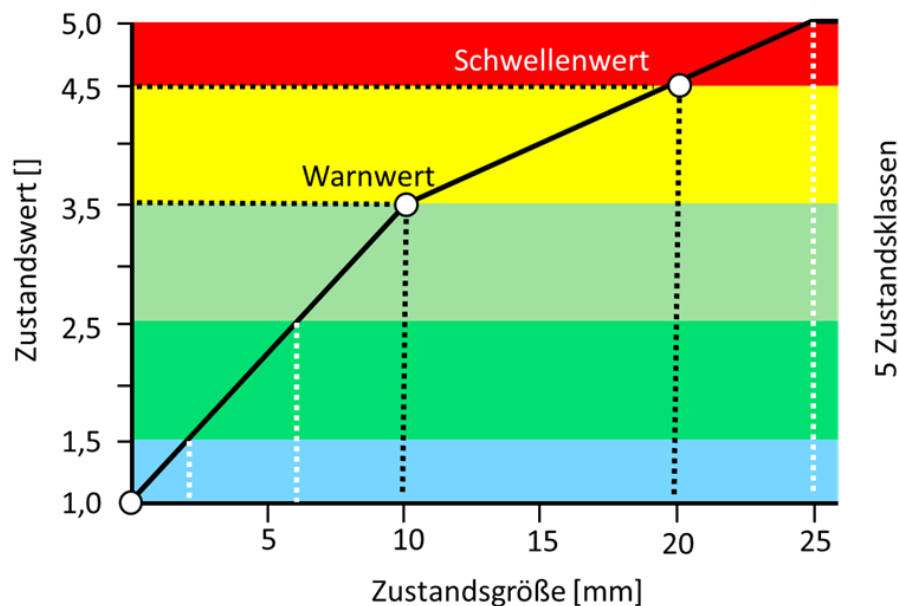
- Im ersten Schritt werden die Zustandsgrößen mit ihren individuellen merkmalspezifischen Einheiten (z. B. Millimeter oder Prozent) in dimensionslose Zustandswerte normiert.
- Die normierten merkmalsbezogenen Zustandswerten werden in einem zweiten Schritt, der sogenannten Wertesynthese, zu Teilwerten bzw. dem Gesamtwert zusammengefasst.

Die Teilwerte beschreiben das Gebrauchsverhalten (Gebrauchswert) bzw. den erforderlichen Substanzerhalt (Substanzwert – Oberfläche).

## 2.2.1 Berechnung der Zustandswerte (Normierung)

Die Normierung der Zustandsgrößen erfolgt auf der Grundlage von Normierungsfunktionen. Diese sind bei dem Verfahren des Bundes über drei Stützstellen, die den Wertebereich von 1,0 bis 5,0 beschreiben, definiert. Zwischen den Stützstellen wird ein linearer Verlauf angenommen. Dieser wird über den Schwellenwert 4,5 bis zum Erreichen der schlechtesten Note 5,0 extrapoliert.

- **Note 1,0**  
idealer Straßenzustand
- **Note 3,5 - Warnwert**  
Anlass zur intensiven Beobachtung und Analyse, ggf. Planung von Maßnahmen erforderlich
- **Note 4,5 - Schwellenwert**  
Einleitung baulicher oder verkehrsbeschränkender Maßnahmen notwendig



**Bild 20** Beispieldarstellung für eine Normierungsfunktion, HELLER

Im gegenständlichen Projekt beträgt die Gesamtlänge der in der Betonbauweise erstellten Landesstraßen 2 km (0,02%). Daher wird im folgenden Text auf die Darstellung der Bewertung der Betonbauweisen verzichtet. Weiterführende Informationen können der ZTV ZEB-StB entnommen werden. Für die Bewertung der Pflasterbauweisen gibt es aktuell noch kein anerkanntes Verfahren. Die Länge der in Pflasterbauweise erstellten Landesstraßen beträgt im Land Rheinland-Pfalz ca. 25 km (0,36%).

Kürzel	Merkmal	Freie Strecken			Ortsdurchfahrten		
		1,0	Warnwert 3,5	Schwellenwert 4,5	1,0	Warnwert 3,5	Schwellenwert 4,5
<b>AUN</b>	Allgemeine Unebenheit [cm <sup>3</sup> ]	0	6	18	0	6	18
<b>MSPT</b>	Spurrinntiefe [mm]	0	15	25	0	20	30
<b>SPH</b>	Fiktive Wassertiefe [mm]	0	6	9	0	8	12
<b>GRI</b>	Griffigkeit [-]	0,615	0,440	0,370	0,665	0,490	0,420
<b>RISS</b>	Risse [%]	0	15	25	0	15	25
<b>RSFA</b>	Restschadensfläche Asphalt[%]	0	15	30	0	20	40

**Tabelle 5** Stützstellen der Normierungsfunktionen für die Asphaltbauweise \*

Kürzel	Merkmal	Freie Strecken			Ortsdurchfahrten		
		1,0	Warnwert 3,5	Schwellenwert 4,5	1,0	Warnwert 3,5	Schwellenwert 4,5
<b>AUN</b>	Allgemeine Unebenheit [cm <sup>3</sup> ]	0	6	18	0	6	18
<b>MSPT</b>	Spurrinntiefe [mm]	0	15	25	0	20	30
<b>SPH</b>	Fiktive Wassertiefe [mm]	0	6	9	0	8	12
<b>GRI</b>	Griffigkeit [-]	0,615	0,440	0,370	0,665	0,490	0,420
<b>LQRP</b>	Längs- und Querrisse betroffener Plattenanteil [%]	0	23	35	0	23	35
<b>LQRL</b>	Längs- und Querrisse Mittlere Gesamtlänge [m]	0	2	4	0	2	4
<b>RSFB</b>	Restschadensfläche Beton betroffener Plattenanteil [%]	0	23	35	0	23	35

**Tabelle 6** Stützstellen der Normierungsfunktionen für die Betonbauweise \*

\*) Die in der ZTV ZEB-StB (Ausgabe 2018) für die Zustandsbewertung der Bundesfernstraßen definierten Stützstellen wurden vom Landesbetrieb für die Bewertung der Landesstraßen angepasst.

Für statistische Auswertungen werden die berechneten Zustandswerte in Zustandsklassen eingeteilt. Üblicherweise werden fünf Klassen verwendet (**Tabelle 7**). Die eckigen Klammern in der nachfolgenden Tabelle bedeuten, dass der dargestellte Zustandswert jeweils noch zur Klasse zählt. Bei einer runden Klammer fällt der dargestellte Wert in die nächsthöhere Zustandsklasse.

Farbe	Klassengrenzen	Beschreibung
	[1,0 - 1,5)	1,5-Wert unterschritten, neuwertig
	[1,5 - 2,5)	1,5-Wert überschritten, sehr guter bis guter Zustand
	[2,5 - 3,5)	2,5-Wert überschritten, guter bis mittlerer Zustand
	[3,5 - 4,5)	Warnwert 3,5 überschritten, Anlass zur intensiven Beobachtung und Analyse, ggf. Planung von Maßnahmen
	[4,5 - 5,0]	Schwellenwert 4,5 überschritten, Einleitung baulicher oder verkehrsbeschränkender Maßnahmen

Tabelle 7 Zustandsklassen

## 2.2.2 Berechnung der Teilwerte und des Gesamtwerts (Wertesynthese)

Die mathematische Verknüpfung der Zustandswerte zu Teilwerten bzw. zum Gesamtwert ist in den folgenden Darstellungen (**Bild 21** bzw. **Bild 22**) abgebildet.

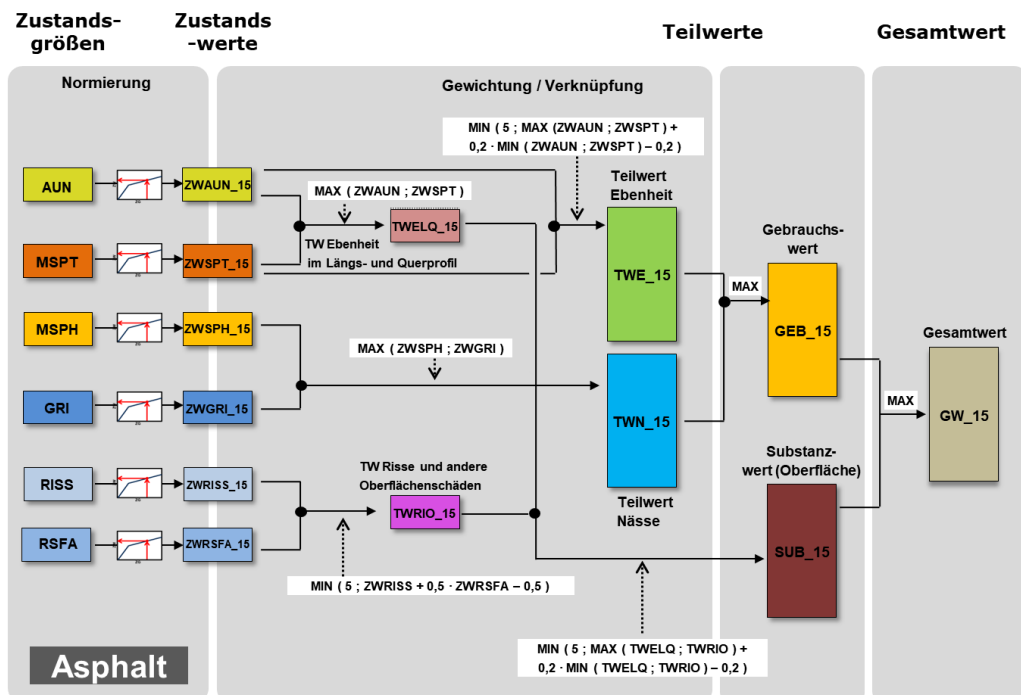
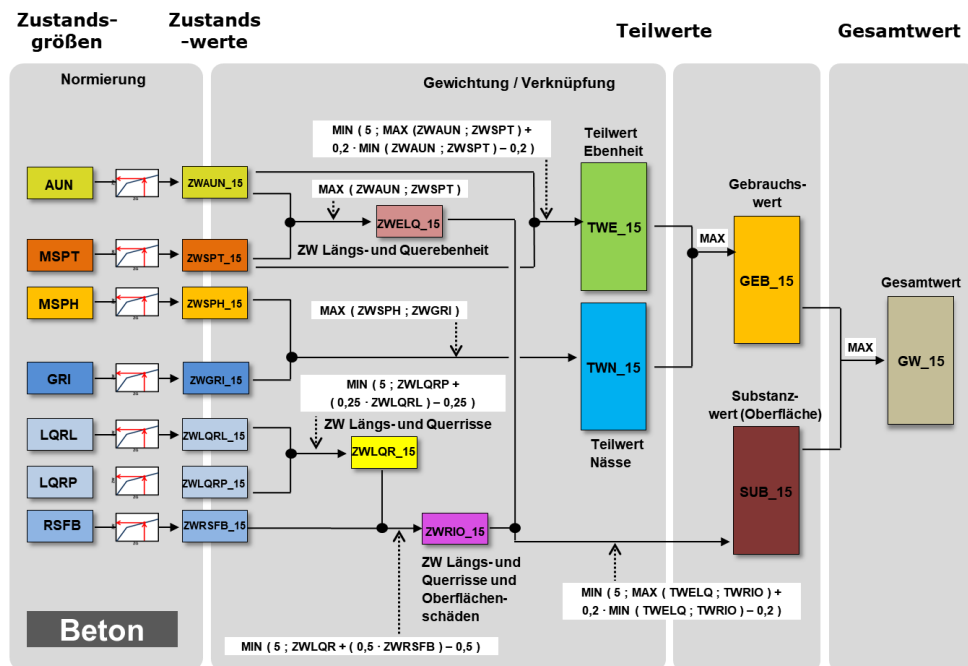


Bild 21 Wertesynthese für Streckenbereiche in Asphaltbauweise, HELLER



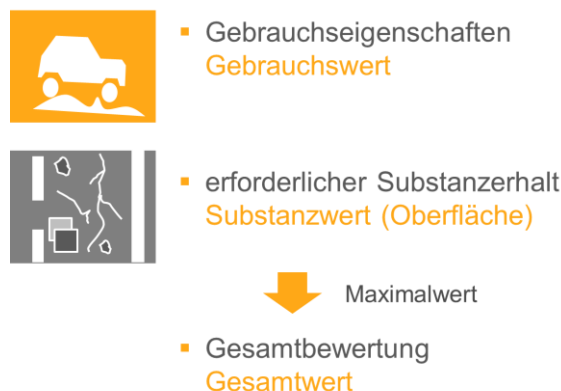
**Bild 22** Wertesynthese für Streckenbereiche in Betonbauweise, HELLER

Hinweis: Die in der ZTV ZEB-StB (Ausgabe 2018) für die Zustandsbewertung der Bundesfernstraßen definierten Verknüpfung der Zustandswerte Griffigkeit und Fiktive Wassertiefe zum Teilwert Nässe wurden vom Landesbetrieb für die Bewertung der Landesstraßen angepasst. Die Verknüpfung liefert auch dann ein Ergebnis, wenn die Griffigkeit nicht bewertet werden konnte. Ziel dieser Änderung ist es, dass im Endergebnis für einen größeren Anteil des Netzes Gebrauchs- und Gesamtwerte vorliegen. Dieses geschieht unter der Annahme, dass die Griffigkeit überwiegend oberhalb des Anforderungsniveaus liegt.

Der **Substanzwert (Oberfläche)** beschreibt den für die Erhaltungsplanung wesentlichen, baulichen Zustand. In die Berechnung fließen die erfassten Oberflächenschäden (Risse, Flickstellen) und die Unebenheiten im Längs- und Querprofil ein.

Der **Gebrauchswert** repräsentiert die für den Nutzer relevanten Eigenschaften wie Fahrkomfort (Ebeneheit) und Sicherheit (Griffigkeit bzw. fiktive Wassertiefe).

Der **Gesamtwert** fasst den Gebrauchs- und Substanzwert zusammen (**Bild 23**).



**Bild 23** Teilwerte und Gesamtwert der ZEB, HELLER

## 3 Netzgrunddaten und Erfassungsumfang

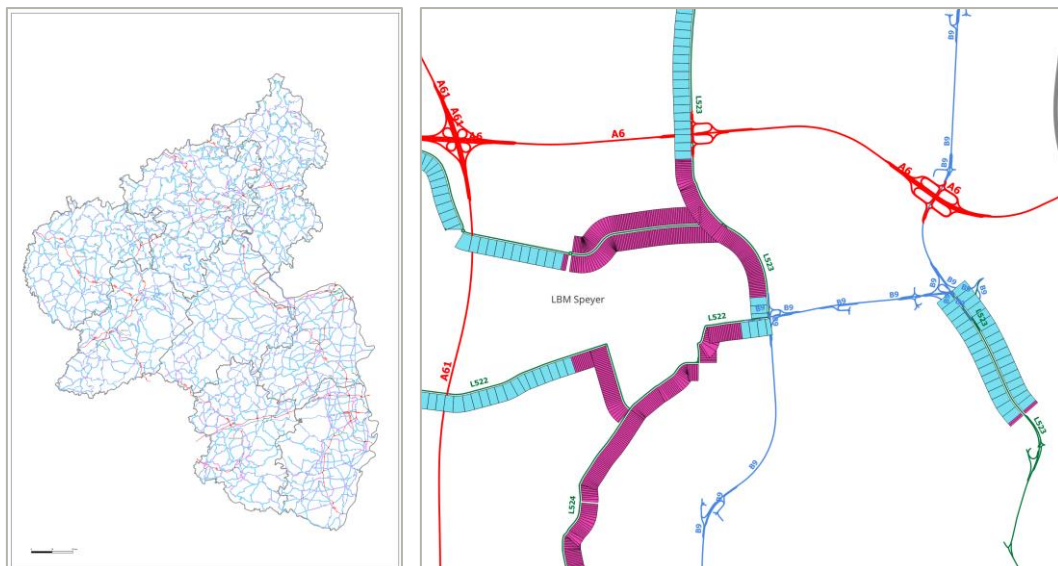
### 3.1 Netzgrunddaten

Die für die Erstellung der Netzgrunddaten erforderlichen Informationen zum linearen Straßennetzmodell wurde zu Beginn des Projekts durch den Auftraggeber bereitgestellt. Dazu zählten insbesondere die georeferenzierten Verläufe der Straßenabschnitte, die Tabelle mit der Folge der Abschnitte, administrative Informationen (Zuständigkeitsbereiche der RLBM bzw. Lage der Ortsdurchfahrten) und Daten zum Bestand (Anzahl der Fahrbahnen und Fahrstreifen). Die Netzinformationen wurden aus der Straßeninformationsbank des Landes (TT-SIB) exportierten.

Die Netzinformationen wurden anhand von logischen Prüfungen (z.B. Abfolge der Netzabschnitte, Abstände der Netzknoten, etc.) plausibilisiert und zur finalen Prüfung in Form einer Kartendarstellung visualisiert (**Bild 24**). Bei den Prüfungen wurden nur kleinere Ungenauigkeiten bei den Längenangaben von 3 Netzabschnitten identifiziert.

Die Zustandsauswerteabschnitte (siehe Kapitel 2.1.7) wurden in Stationierungsrichtung für das gesamte Netz angelegt. Gegen die Stationierungsrichtung wurden die Abschnitte nur für Bereiche erzeugt, bei denen zwei Fahrbahnen oder mindestens drei Fahrstreifen vorlagen und eine Länge von mindestens 300m vorlag.

Die Ergebnisse der Einteilung des ZEB-Rasters wurde in Form einer leeren Ergebnistabelle dokumentiert und ebenfalls in Form einer Kartendarstellung visualisiert (**Bild 24**).



**Bild 24** Visualisierung des Erfassungsumfangs (freie Strecke: Hellblau / Ortsdurchfahrt: Magenta)

Im Projektverlauf wurde festgestellt, dass eine fiktive Landesstraße (L999) in den Netzgrunddaten enthalten war. Diese wurde, da sie laut Datenbank in der Baulast des Landes lag und keine logischen oder inhaltlichen Fehler festgestellt werden konnten, zunächst zum Erfassungsumfang gezählt.

### 3.2 Sollerfassungsumfang

Die Sollerfassungslänge wurden auf der Grundlage der Netzgrunddaten (**Kapitel 3.1**) ermittelt.

Die zu erfassende Länge der ZEB-Auswerteabschnitte in der Baulast des Landes beträgt **7.167,916 km<sup>1</sup>**.

RLBM	freie Strecke	Ortsdurchfahrten	Gesamt
LBM Bad Kreuznach	732,1 km	219,6 km	951,7 km
LBM Cochem-Koblenz	891,0 km	231,9 km	1.122,9 km
LBM Diez	671,1 km	191,6 km	862,7 km
LBM Gerolstein	771,3 km	169,3 km	940,7 km
LBM Kaiserslautern	682,3 km	229,4 km	911,7 km
LBM Speyer	598,5 km	253,3 km	851,9 km
LBM Trier	592,8 km	134,5 km	727,3 km
LBM Worms	607,5 km	191,6 km	799,1 km
<b>Land</b>	<b>5.546,7 km</b>	<b>1.621,2 km</b>	<b>7.167,9 km</b>

**Tabelle 8** Sollerfassungsumfang (ZEB-Auswerteabschnitte)

### 3.3 Datenbereitstellung

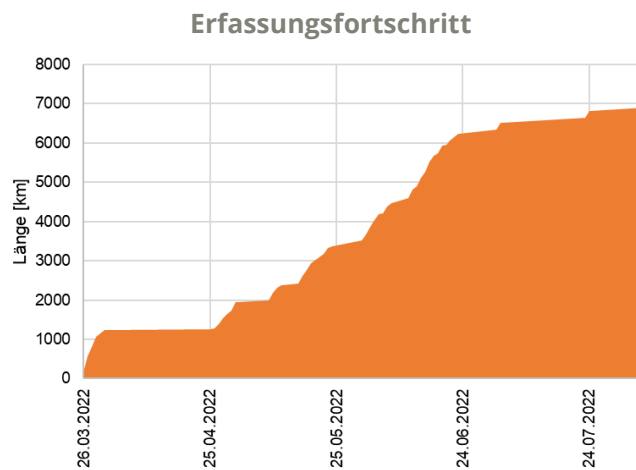
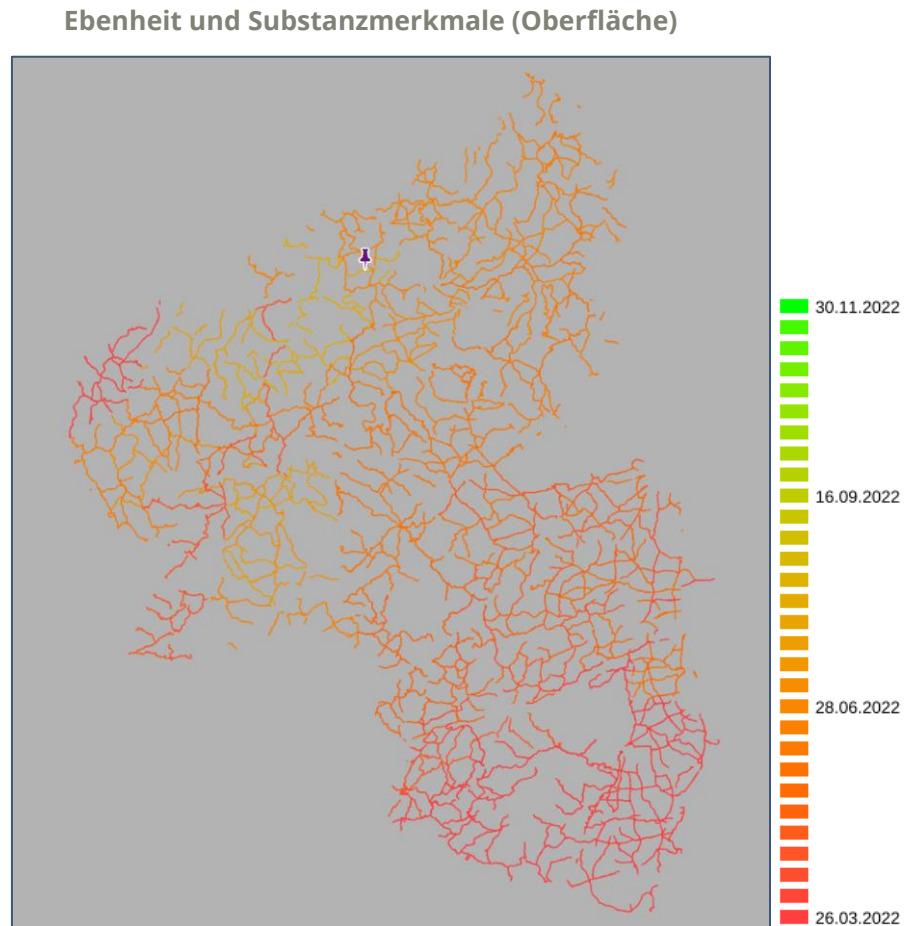
Die Exporte aus der Straßeninformationsbank wurden vom Landesbetrieb am 28.02.2022 für die Bearbeitung bei HELLER bereitgestellt. Die finalen Grunddaten wurden von HELLER am 14.03.2022 übermittelt.

<sup>1</sup> Die angenommene Länge des zu erfassenden Netzes betrug ursprünglich 7.176,573 km und enthielt noch eine fiktive Straße L 999, die von der IT-Abteilung des Landesbetriebs in der Datenbank für Testzwecke angelegt und bei der Datenübergabe an HELLER nicht aus den Grunddaten entfernt wurde.

## 4 Erfassung

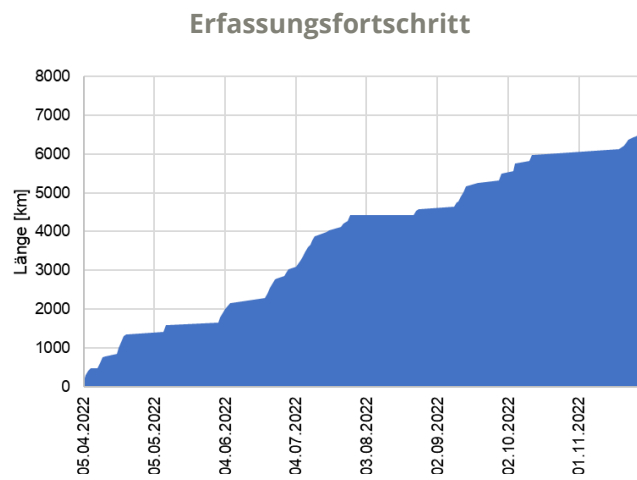
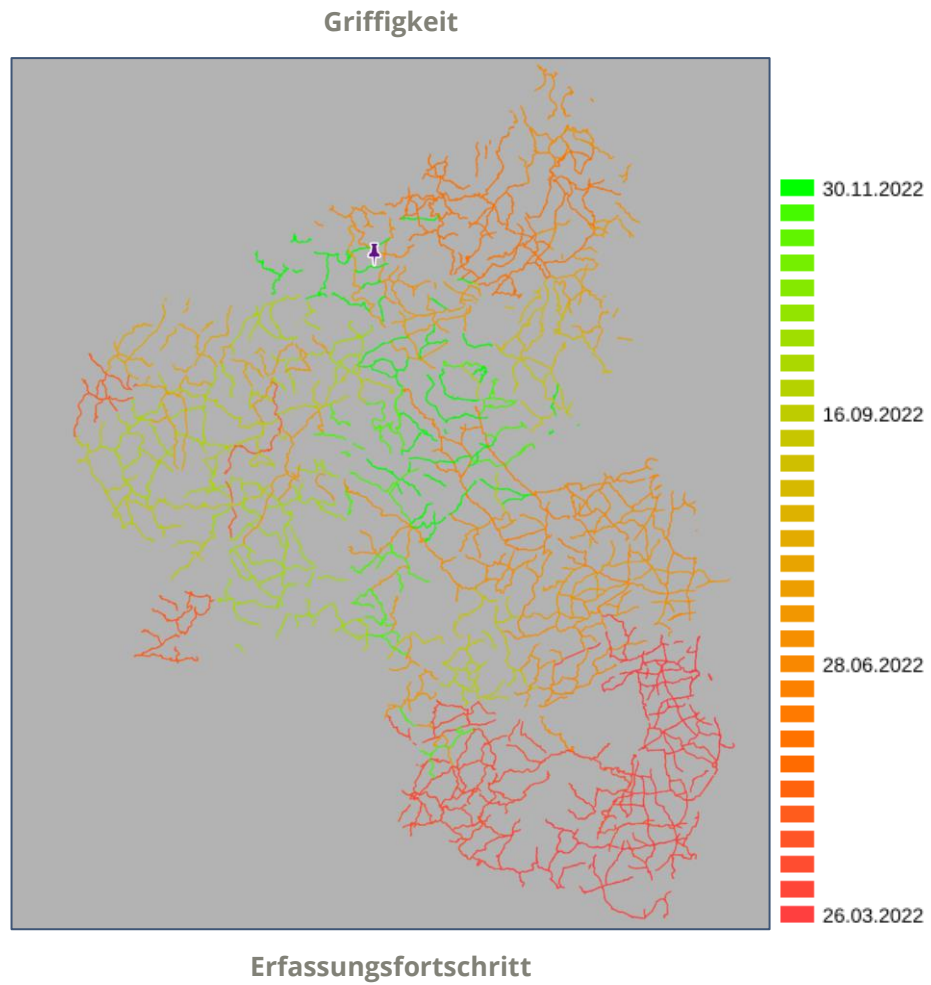
### 4.1 Erfassungszeitraum und -fortschritt

Die örtliche Erfassung fand zwischen dem 26.03. und dem 30.11.2022 statt. Die Befahrungsdaten und die kumulierten Erfassungslängen sind in den folgenden Abbildungen getrennt für die Teilprojekte 1 und 3 (Ebenheit und Substanzmerkmale) bzw. 2 (Griffigkeit) dargestellt.



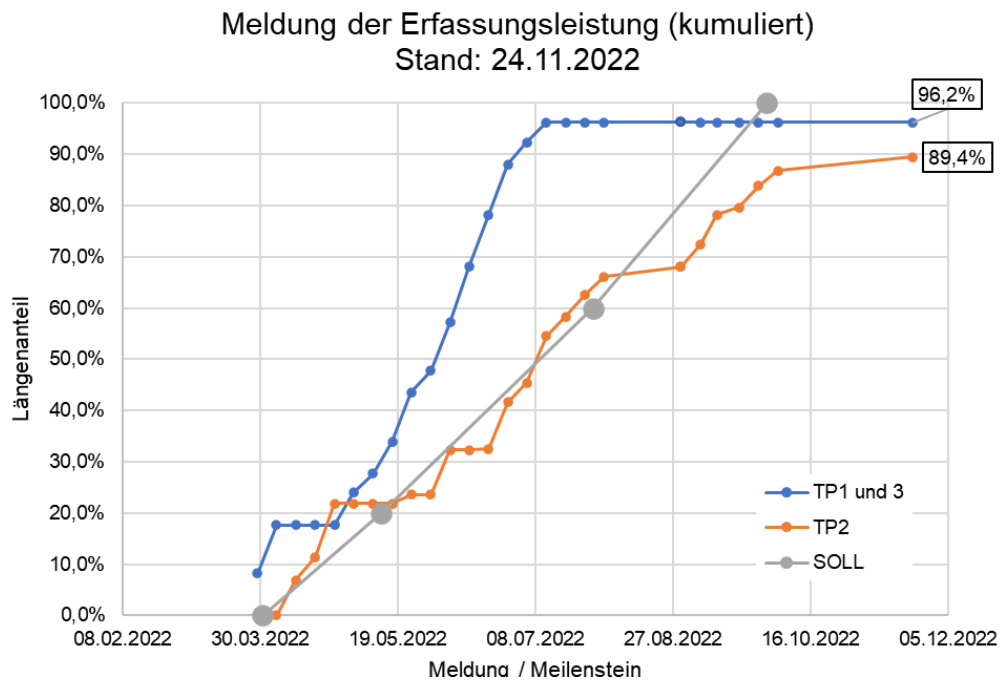
**Bild 25** Erfassungsdatum und Erfassungslängen im TP1/3 Ebenheit / Substanzmerkmale





**Bild 26** Erfassungsdatum und Erfassungslängen im TP2 Griffigkeit

Der Projektfortschritt wurde von HELLER wöchentlich anhand der vom Erfasser gemeldeten Befahrungslängen visualisiert und kontrolliert (**Bild 27**).



**Bild 27** Beispiel zur Darstellung des Erfassungsfortschritts

## 4.2 Datenlieferungen / Termine

Der vertraglich vereinbarte Liefertermin zur Bereitstellung der Erfassungsdaten wurde von der LEHMANN+PARTNER GmbH nicht eingehalten (**Tabelle 9**).

Der größte Teil der Geo-Rohdaten und Bilder der Teilprojekte 1 – 3 wurden HELLER zum 100%-Termin am 09.11.2022 übermittelt.

Danach fanden bis zum 30.11.2022 noch Messungen im Teilprojekt 2 (Griffigkeit) statt. Die finale Datenlieferung erreichte HELLER postalisch am 31.01.2023.

Liefertermin	SOLL	IST (postalischer Eingang)
20%-Termin	13.05.2022	04.06.2022
60%-Termin	29.07.2022	17.8.2022 (Ebenheit / Substanzmerkmale und Bilder) 18.08.2022 (Griffigkeit)
1. 100%-Termin	30.09.2022	09.11.2022
2. 100%-Termin	30.09.2022	31.01.2023

**Tabelle 9** Liefertermine

### 4.3 Vollständigkeit

Die gelieferten Geo-Rohdaten wurden zusammen mit der sogenannten Unmessbar-Datei (zur Kennzeichnung der nicht erfassbaren Bereiche des Netzes) mit der Software Geo2Net (HELLER) zum Netz referenziert und es wurden daraus Raster-Rohdaten erzeugt.

Aus diesen wurden mit der Standardsoftware (RohZGZW) der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hersteller HELLER) die Zustandsgrößen berechnet und in die Ergebnistabelle übernommen.

Im letzten Schritt wurden die Zustandsgrößen bewertet.

Der Umfang der gelieferten und bewerteten Daten entspricht überwiegend den vertraglichen Anforderungen.

Im Teilprojekt 2 (Griffigkeit) wurde das vertraglich definierte Mindestziel der Erfassung von 99% der Auftragslänge aufgerundet erreicht (98,8%)

In den nachfolgenden Tabellen (**Tabelle 10**) sind die bewerteten Längen und Längenanteile im Bezug zum Sollerfassungsumfang (siehe **Kapitel 0**) dargestellt.

Die Längen der Datenlücken wurden mit den jeweiligen Ursachen dokumentiert.

**Längen**

Gültigkeitsflag	Teilprojekt	TP1a	TP1b	TP2	TP3
		Längeseinheit	Quereinheit	Griffigkeit	Substanzmerkmale
	<b>Auftragslänge</b>	<b>7.167,9 km</b>			
	gelieferte und zum Netz zugeordnete Länge	7.137,8 km	7.127,9 km	7.082,7 km	7.141,7 km
<b>G = 0</b>	<b>vom Erfasser bzw. nach der Auswertung in der Ergebnistabelle als gültig deklarierte Messdaten</b>	<b>7.066,3 km</b>	<b>7.057,6 km</b>	<b>6.750,0 km</b>	<b>7.045,3 km</b>
G = -91	vom Erfasser als ungültig deklarierte Messdaten	6,4 km	5,6 km	0,1 km	0,3 km
G = -92	vom Auswerter (TP4) aufgrund unzulässiger Einträge in den Daten als ungültig deklariert			0,7 km	26,4 km
G = -93	Werte als ungültig deklariert, da die Mindesterfassungsgeschwindigkeit (hier 20 Km/h) im TP2 (Griffigkeit) nicht erreicht wurde			105,0 km	
G = -96	vom Erfasser aufgrund einer Umleitung, Sperrung, Einbahnstraße als nicht befahrbar gemeldet			34,2 km	
G = -97	Werte ungültig deklariert, da zu geringer Kurvenradius (< 35 m) im TP2 (Griffigkeit)			68,0 km	
G = -98	vom Erfasser aufgrund örtlicher Beschränkungen, z.B. Verschmutzung der Fahrbahn, Baustellendurchfahrten, Ausweichmanöver, etc. als ungültig deklarierte Bereiche	65,2 km	64,7 km	124,8 km	69,7 km
G = -99	Datenlücke	30,1 km	40,0 km	93,8 km	26,3 km

**Längenanteile**

Gültigkeitsflag	Teilprojekt	TP1a	TP1b	TP2	TP3
		Längeseinheit	Quereinheit	Griffigkeit	Substanzmerkmale
	gelieferte und zum Netz zugeordnete Länge [km]	99,6%	99,4%	98,8%	99,6%
<b>G = 0</b>	<b>vom Erfasser bzw. nach der Auswertung in der Ergebnistabelle als gültig deklarierte Messdaten</b>	<b>98,6%</b>	<b>98,5%</b>	<b>94,2%</b>	<b>98,3%</b>
G = -91	vom Erfasser als ungültig deklarierte Messdaten	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
G = -92	vom Auswerter (TP4) aufgrund unzulässiger Einträge in den Daten als ungültig deklariert	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
G = -93	Werte als ungültig deklariert, da die Mindesterfassungsgeschwindigkeit (hier 20 Km/h) im TP2 (Griffigkeit) nicht erreicht wurde	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%
G = -96	vom Erfasser aufgrund einer Umleitung, Sperrung, Einbahnstraße als nicht befahrbar gemeldet	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%
G = -97	Werte ungültig deklariert, da zu geringer Kurvenradius (< 35 m) im TP2 (Griffigkeit)	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%
G = -98	vom Erfasser aufgrund örtlicher Beschränkungen, z.B. Verschmutzung der Fahrbahn, Baustellendurchfahrten, Ausweichmanöver, etc. als ungültig deklarierte Bereiche	0,9%	0,9%	1,7%	1,0%
G = -99	Datenlücke	0,4%	0,6%	1,3%	0,4%

**Tabelle 10** Übersicht der bewerteten Längen und Längenanteile

## 5 Qualitätssicherung

Die von der LEHMANN+PARTNER GmbH gelieferten Daten wurden zum 20%-, 60%- und zum 100%-Termin durch die HELLER Ingenieurgesellschaft mbH formell und inhaltlich / fachlich geprüft.

Die Prüfung umfasste dabei folgende Kriterien

- **Einhaltung der Formatvorgaben**
- **automatisierte fachlich-inhaltliche Prüfung der Rohdaten und Bilder**
- **manuelle fachlich-inhaltliche Prüfung der Rohdaten und Bilder mit dem Verfahren der Online-Visualisierung**

### 5.1 Formatvorgaben

Die Formatvorgaben wurden eingehalten.

### 5.2 Automatisierten Prüfung der Rohdaten

Bei den automatisiert durchgeführten Prüfungen der Rohdaten und Bilder sind keine relevanten Fehler (erhöhte Lasersondenwerte, Sprünge im Längs- oder Querprofil, etc.) festgestellt worden. Die Bilder lagen vollständig vor.

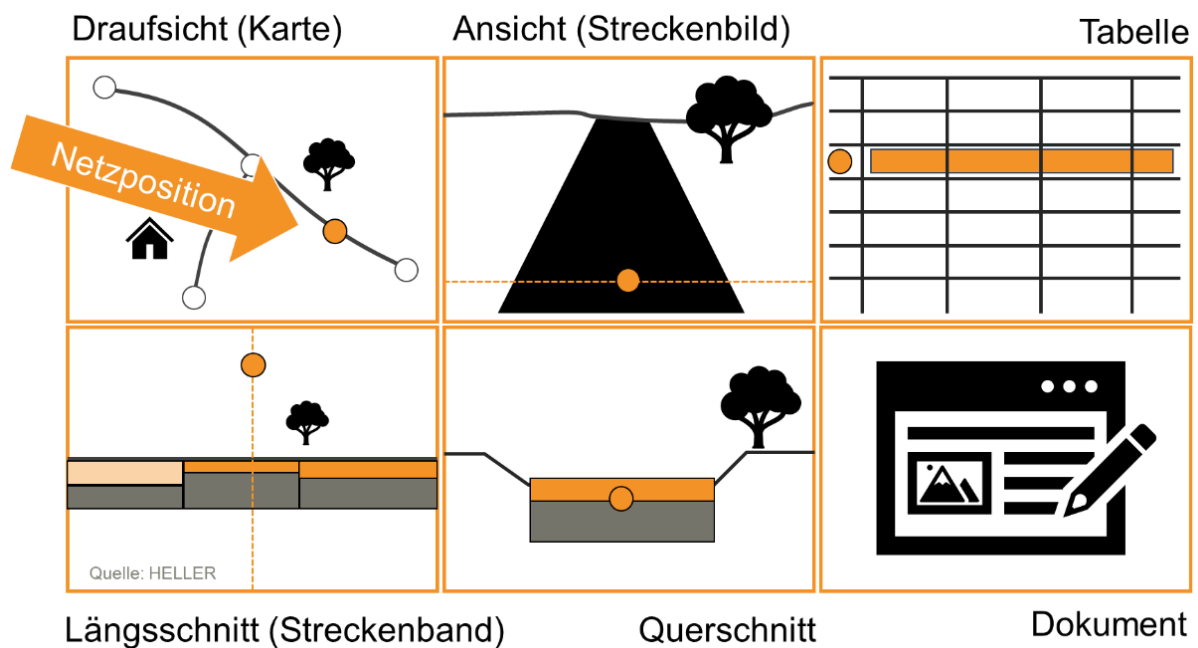
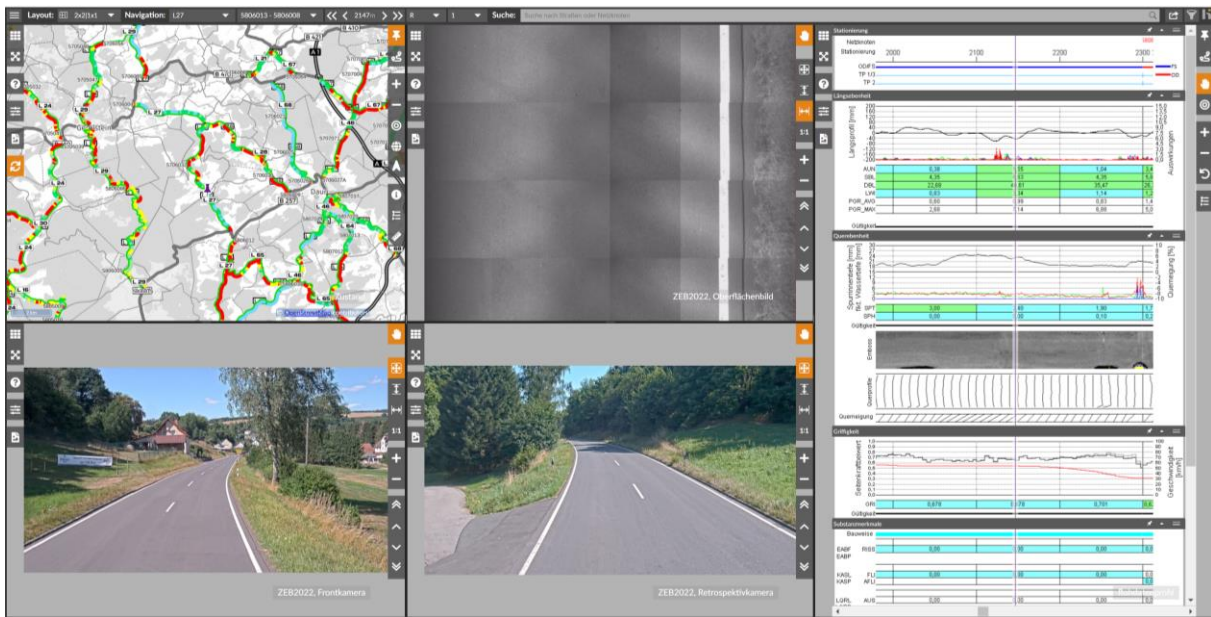
### 5.3 Manuelle Prüfung der Rohdaten über die Online-Visualisierung

Für die manuelle Prüfung der Rohdaten und Bilder wurden diese zum 20%-, 60%- und zum 100%-Termin durch HELLER über das Verfahren der Online-Visualisierung im Auskunftssystem (Onko3) visualisiert und stichprobenhaft überprüft und Auffälligkeiten oder Fehler nachverfolgbar dokumentiert. Beim Verfahren der Online-Visualisierung sind alle Daten zum linearen Straßennetzmodell referenziert. Die unterschiedlichen Ansichten (Karte, Strecken- und Oberflächenbild, Streckenbänder und Profile bzw. Tabellen) sind interaktiv über die gemeinsame Netzposition (Straße, Abschnitt und Station) miteinander verbunden (**Bild 28**). Dieses ermöglicht eine sehr effiziente und tiefe Prüfung der Daten

Ansicht	breitgestellte Daten und Ergebnisse
<b>Strecken- und Oberflächenbilder</b>	Frontkamerabilder (Teilprojekte 1/3 und 2) Rückkamerabilder (Teilprojekt 1/3) Oberflächenbilder (Teilprojekt 3)
<b>Karte</b>	Zustandswerte GPS-Tracks aus der Erfassung vom Erfasser als unmessbar gemeldete Bereiche
<b>Profil</b>	Darstellung der Rohdaten

**Tabelle 11** in der Online-Visualisierung bereitgestellte Daten und Ergebnisse

Zustandserfassung und -bewertung (ZEB)  
 der Landesstraßen in Rheinland-Pfalz 2022  
 Schlussbericht



**Bild 28** Bereitstellung der Zustandsdaten mit dem Verfahren der Online-Visualisierung (OnKo3)

OnKo3 wurde über folgenden Link bereitgestellt:

<https://onko3.heller-ig.de/>

Zur Nutzung der Anwendung ist eine Registrierung erforderlich. Die Administration der Anwender und Schulungsmaßnahmen werden zentral organisiert.

Die Zustandsrohdaten wurden in Form sogenannter „Rohdatenprofile“ dargestellt. In diesen von HELLER bereits 2001 entwickelten Darstellung werden die elementaren Messwerte in der höchsten verfügbaren Auflösung visualisiert. Rohdatenprofile eignen sich neben der Qualitätssicherung insbesondere auch für die objektbezogene Analyse und Planung der Erhaltungsmaßnahmen.

## Darstellung der Rohdaten

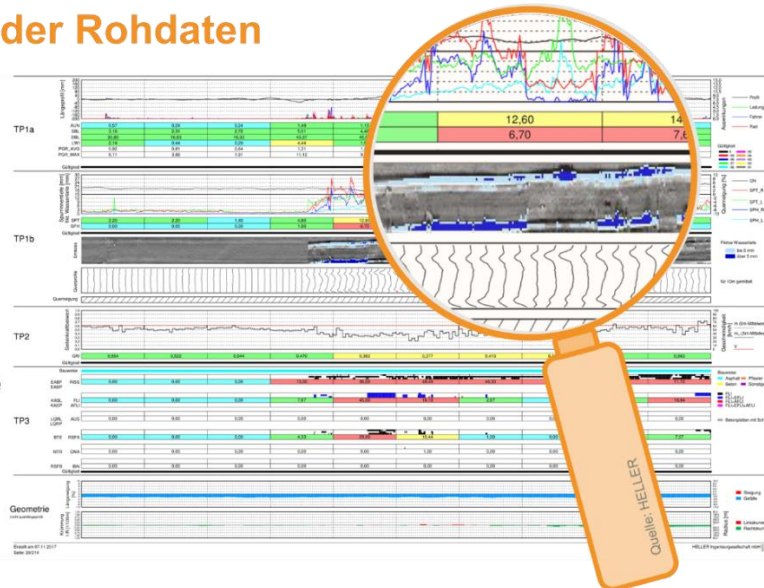
Längsebenheit

Querebenheit

Griffigkeit

Substanzmerkmale

Längsneigung  
Krümmung

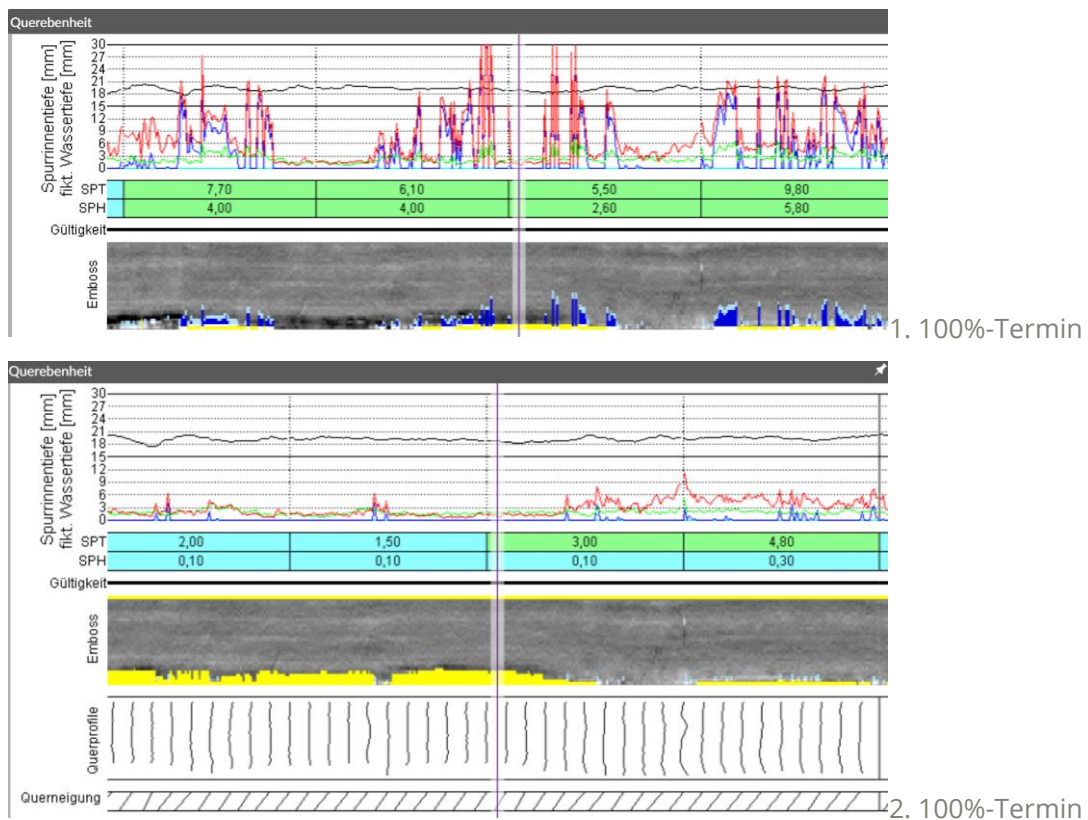


**Bild 29** Profil mit Darstellung der elementaren Zustandsdaten (Beispiel)

## 5.4 Relevante Prüfergebnisse

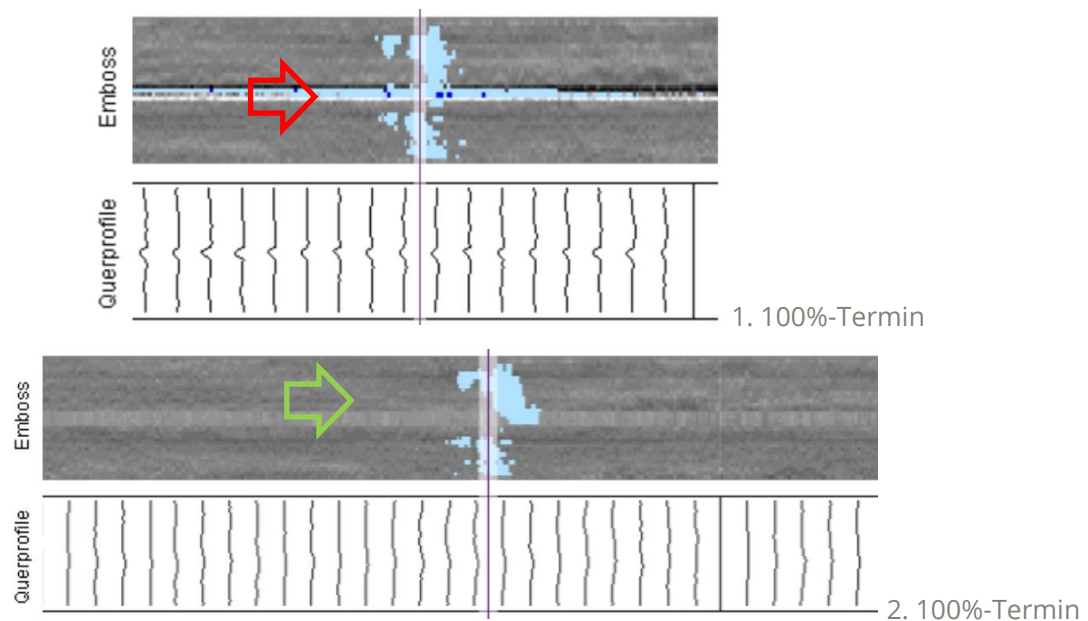
Die Oberflächenbilder der LEHMANN+PARTNER GmbH wiesen zum 20%- und 60%-Termin häufiger helle bzw. dunkle Streifen auf. Der Erfasser hatte dem Auftraggeber zugesagt, die Bildqualität im Rahmen der Möglichkeiten zu optimieren. Dieses ist zum 1. 100%-Termin erfolgt und in den neu gelieferten Bildern waren die Oberflächenschäden, wie z.B. Risse, besser erkennbar.

In den Querprofile der LEHMANN+PARTNER GmbH waren zum 20%- und zum 60%-Termin häufiger Sondenwerte enthalten, die Bordsteine, das Begleitgrün bzw. das Bankett abbildeten. Dieses führt zu überhöhten Zustandswerten bei der Spurrinntentiefe und der fiktiven Wassertiefe (meist einer Überschreitung des Schwellenwerts 4,5). Zum 1. 100%-Termin wurden die meisten dieser Bereiche bereinigt. Einzelne alte und neue Bereiche mit Abweichungen konnten jedoch noch identifiziert werden. Insgesamt fiel zum 60%-Termin und erneut zum 1. 100%-Termin auf, dass bei den Querprofilen der LEHMANN+PARTNER GmbH der Wert der rechte Spurrinntentiefe größer war als der Wert der linken Spurrinntentiefe. In der Reliefdarstellung (Emboss) war im Bereich der Markierung / des Banketts ein schwarzer Streifen erkennbar. Ggf. führte der Übergang zwischen dem dunklen Asphalt und der hellen Markierung bei dem eingesetzten Rotationsscanner zu überhöhten Werten. Das Problem sollte vom Erfasser näher untersucht und sofern erforderlich durch eine Bereinigung der Profile korrigiert werden. Bei den zum 2. 100%-Termin gelieferten Daten konnte festgestellt werden, dass die Querprofile insgesamt überarbeitet und Lasersondenwerte im rechten Randbereich häufiger als ungültig deklariert wurden. Dadurch wurde das zum 1. 100%-Termin festgestellte Problem bereinigt (**Bild 30**).



**Bild 30** Beispiel zur Bereinigung der Querprofile oben (LEHMANN+PARTNER GmbH)

Bei den Daten der IFI Consult GmbH waren nach dem 1. 100%-Termin bei einigen Messungen die Querprofile zu untersuchen und einzelne in der Mitte des Profils angeordnete, fehlerhaft kalibrierte Lasersonden zu korrigieren. Dieses wurde vom Erfasser zum 2. 100%-Termin korrigiert (**Bild 31**).



**Bild 31** Bereinigung der Querprofile oben (IFI Consult GmbH)

Die Anonymisierung der Streckenbilder und die Schadenserfassung im Teilprojekt 3 entsprach bereits zum 20%- und 60%-Termin überwiegend den Anforderungen. Die zum 60%-Termin bzw. 1. 100%-Termin erkannten Fehler bzw. Auffälligkeiten wurden von der LEHMANN+PARTNER GmbH zum 2. 100-Prozent-Termin korrigiert. Die Daten der IFI Consult GmbH wurden zur Endabgabe ebenfalls überarbeitet.

Bei den Griffigkeitsmessungen wurden zum 60% -Termin in mehreren Fällen „gültige“ Daten für Bereiche ausgegeben, bei denen das Messrad angehoben war. Der Erfasser sollte sämtliche Messungen untersuchen und die betroffenen Bereiche als „ungültig“ markieren. Dieses ist zum 1. und auch zum 2. 100%-Termin nicht erfolgt (**Bild 32**).



**Bild 32** Beispiel für einen Bereich mit angehobenem Messrad ohne Kennzeichnung der Daten

Hinweis: Die betroffenen ZEB-Auswerteabschnitte mit einer Länge von zusammen rund 2,4 Kilometern wurden von HELLER in der Ergebnistabelle mit entsprechenden Flags als ungültig gekennzeichnet und damit aus der Auswertung genommen. Dieses erfolgte in Abstimmung mit dem Auftraggeber, um die Endauswertungen nach dem bereits durch die Erfassung hervorgerufenen Projektverzug schnellstmöglich vornehmen zu können. Die korrigierten Rohdaten sind durch den Erfasser nachzuliefern.



## 5.5 Kontrollprüfungen

Im Rahmen des gegenständlichen Projekts wurden in den einzelnen Teilprojekten (Längs- und Querebene, Griffigkeit und Substanzmerkmale) Kontrollprüfungen durchgeführt.

Für die Prüfungen wurden einzelne Abschnitte des Netzes durch einen unabhängigen Gerätebetreiber (hier der Schniering GmbH) nacherfasst und die Daten von HELLER dem Netz zugeordnet, ausgewertet und die Zustandsgrößen bzw. Werte mit der Ersterfassung statistisch verglichen.

Strecke	Ersterfasser	Teilprojekt	Ersterfassung	Kontrollprüfung
L401 Wörrstadt - Saulheim	LEHMANN+ PARTNER GmbH	TP 1/3	09.05.2022	01.09.2022
L141 Hetzerath - Sehlern	IFI Consult GmbH	TP 1/3	03.07.2022	01.09.2022
L419 Wackenheim - Finten	LEHMANN+ PARTNER GmbH	TP 1/3	22.05.2022	01.09.2022
L27 Kirchweiler - Pelm	IFI Consult GmbH	TP 2	27.07.2022	14.09.2022
L141 Hetzerath - Sehlern	Chemisch Technisches Laboratorium Hart Heinrich GmbH	TP 2	12.07.2022	14.09.2022
L419 Wackenheim - Finten	Chemisch Technisches Laboratorium Hart Heinrich GmbH	TP 2	24.06.2022	14.09.2022

Tabelle 12 Streckenauswahl für die Kontrollprüfungen

In den folgenden Diagrammen sind die Ergebnisse der ZEB-Messung in grüner und die Kontrollprüfungen jeweils in blauer Farbe dargestellt.

### 5.5.1 Kontrollprüfungen im TP1 und 3 (Ebenheit und Substanzmerkmale)

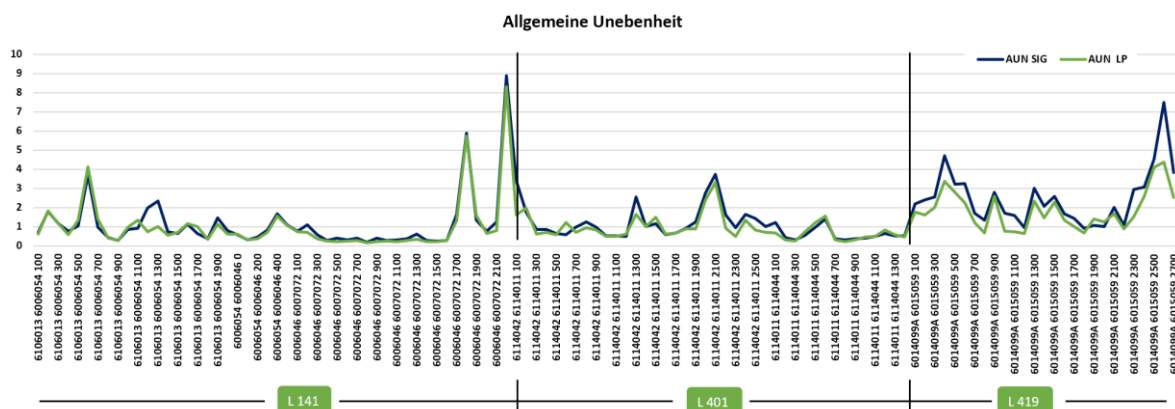
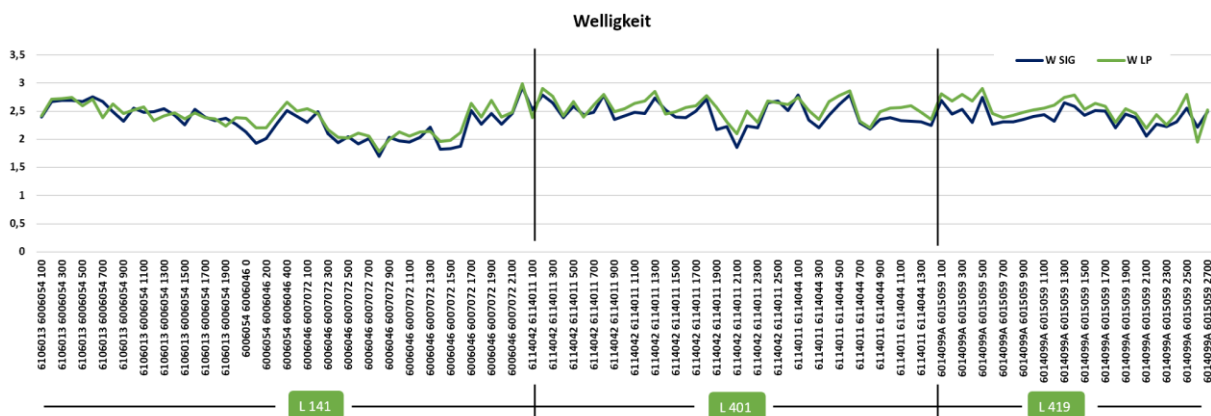
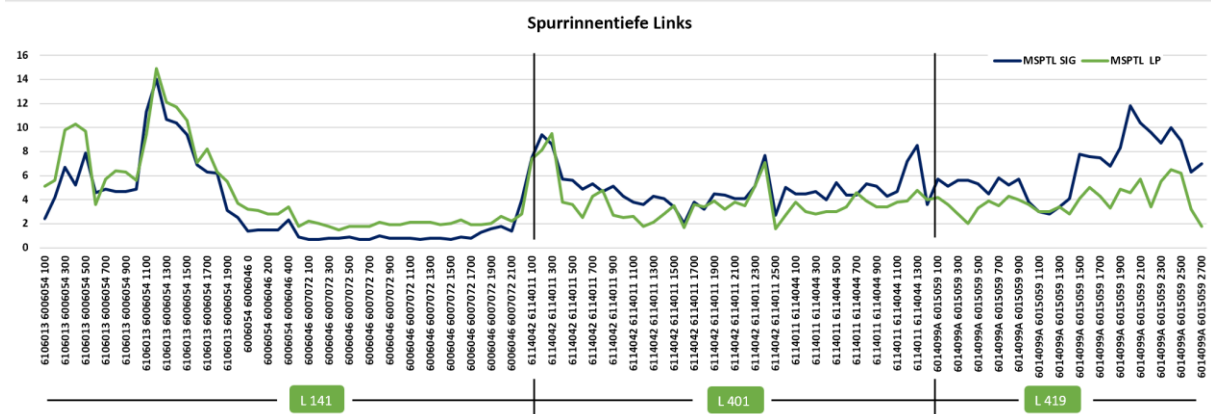
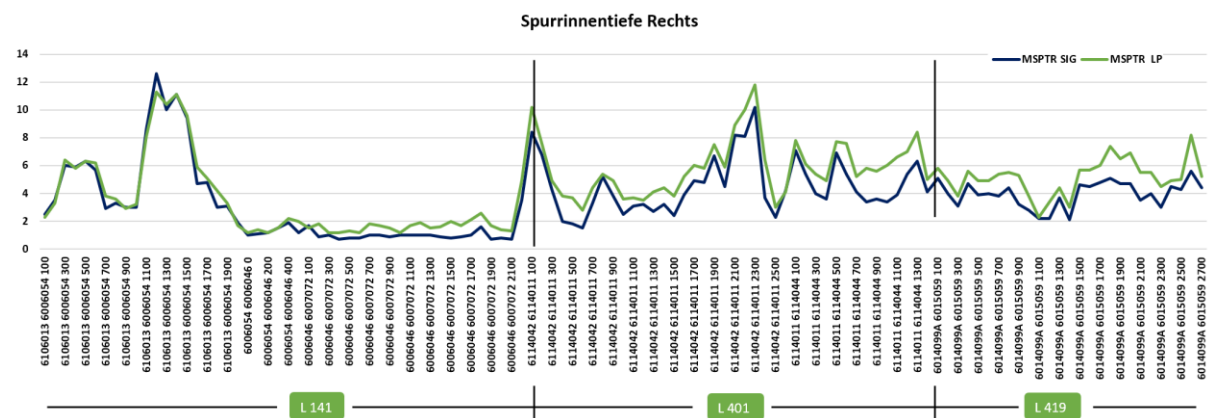


Bild 33 Vergleich der Zustandsgrößen, Allgemeine Unebenheit [m³]



**Bild 34** Vergleich der Zustandsgrößen, Welligkeit



**Bild 35** Vergleich der Zustandsgrößen, Spurrinntiefe [mm]

Zustandserfassung und -bewertung (ZEB)  
 der Landesstraßen in Rheinland-Pfalz 2022  
 Schlussbericht



Bild 36 Vergleich der Zustandsgrößen, Fiktive Wassertiefe [mm]

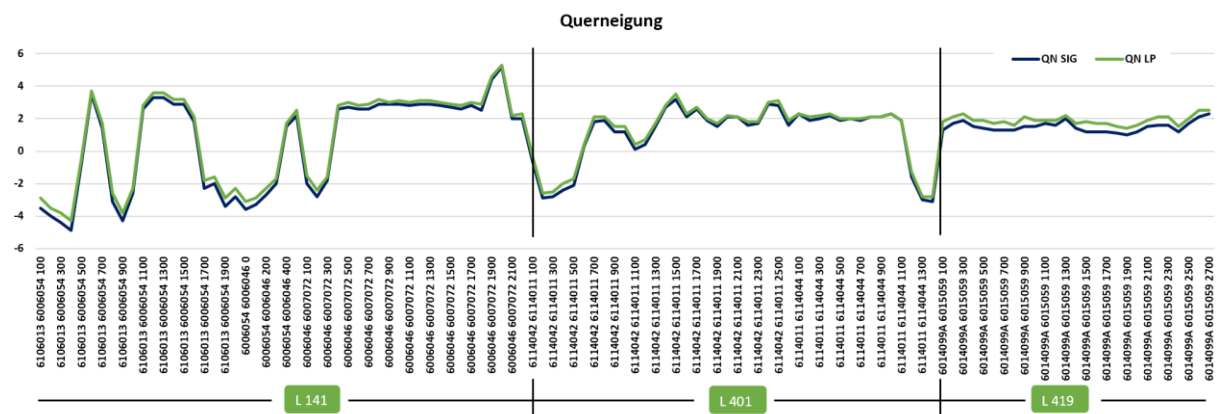


Bild 37 Vergleich der Zustandsgrößen, Querneigung [%]

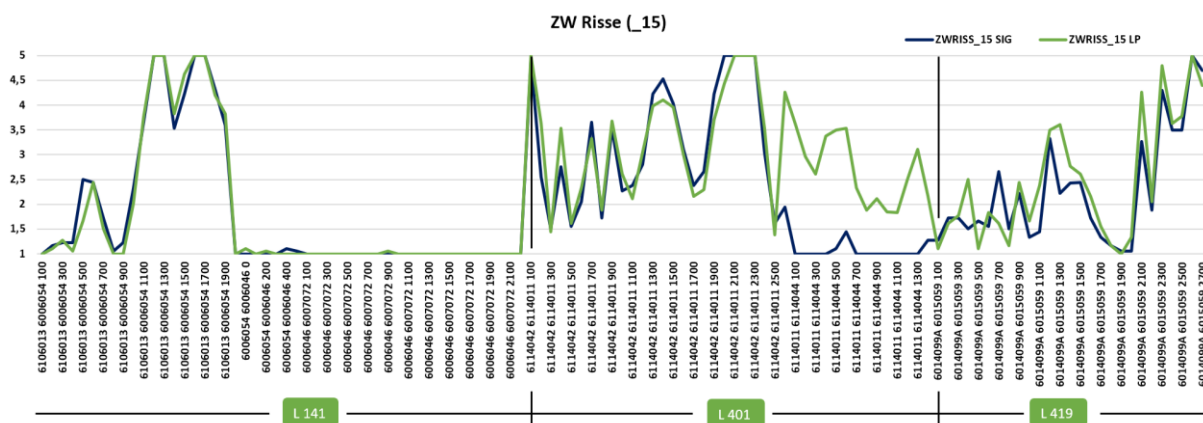


Bild 38 Vergleich der Zustandswerte, Risse []

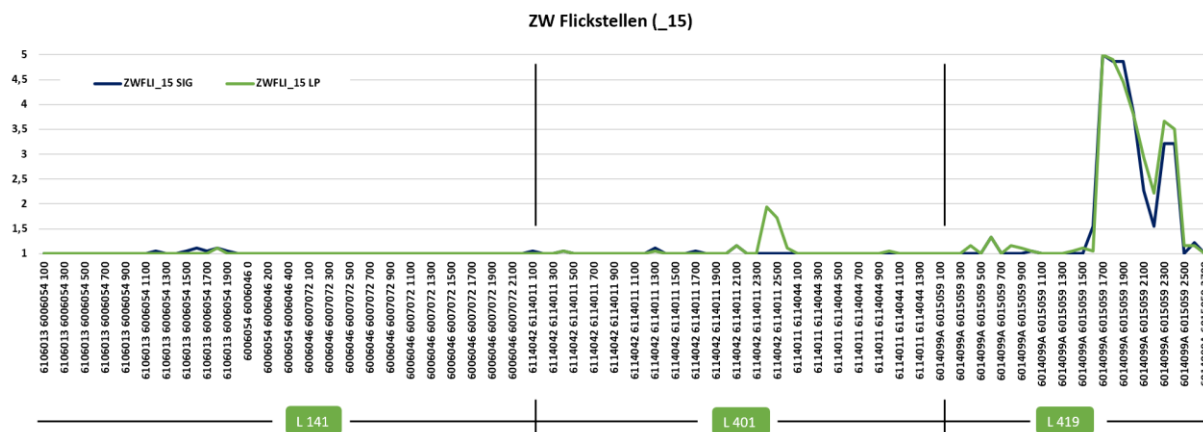


Bild 39 Vergleich der Zustandswerte, Flickstellen []

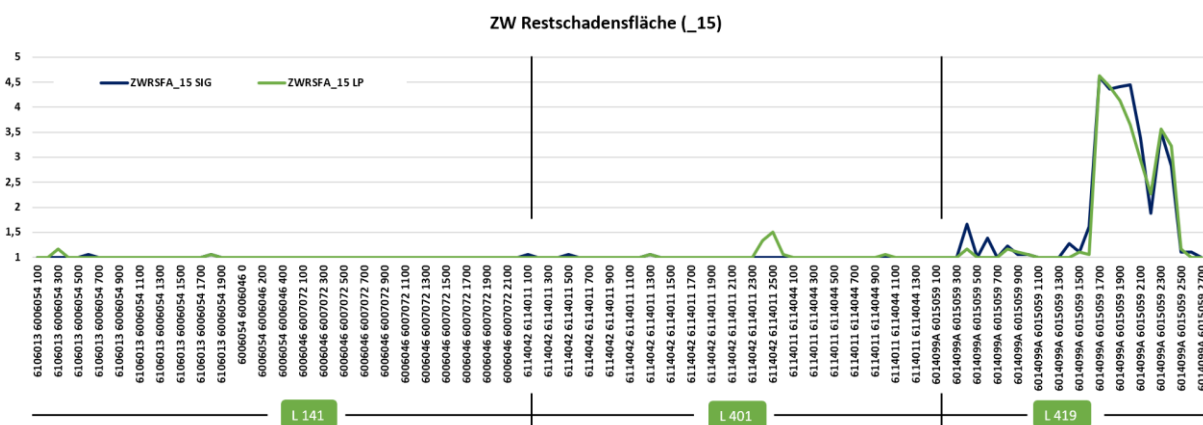


Bild 40 Vergleich der Zustandswerte, Restschadensfläche []

Die zulässigen Differenzen für den 2km-Mittelwert und die Standardabweichung der Differenzen der 100m-Zustandswerte (bzw. -größen) wurden bei der Ebenheit und den Substanzmerkmalen in einzelnen Streckenabschnitten überschritten. Im Nachgang konnten alle Abweichungen durch detaillierte Analysen der Streckenbilder und Rohdaten aufgeklärt werden und es konnte bestätigt werden, dass die Erfassungsdaten die erforderliche Qualität aufweisen.

### 5.5.2 Kontrollprüfungen im TP2 (Griffigkeit)

Bei den Kontrollprüfungen der Griffigkeit wurden beide Messungen der Kontrollprüfung visualisiert (Dunkelblau = Erstmessung, Hellblau = Wiederholungsmessung).



Bild 41 Vergleich der Zustandsgrößen, Griffigkeit []

Bei den Kontrollprüfungen der Griffigkeit wurden größere Abweichungen zwischen der ZEB-Erfassung und der Kontrollprüfung festgestellt. Das Niveau der bei der Kontrollprüfungen erfassten Zustandsgrößen lag insgesamt etwas höher, als das Niveau der ZEB-Messungen.

Die an der Erfassung der Griffigkeit beteiligte IFI Consult GmbH hat nach Verteilung der Prüfergebnisse die Kontrollstrecke auf der L141 (Strecke wurde ursprünglich von der Chemisch Technisches Laboratorium Heinrich Hart GmbH erfasst) nochmals mit unterschiedlichen Messlinien (Seitenabstand zur rechten Markierung) befahren. Dabei konnte Sie sowohl die Messergebnisse der Fa. Hart als auch die Messergebnisse des Kontrollprüfers anhand von unterschiedlichen Messlinien reproduzieren.

Aufgrund dieses Ergebnisses hatte der AG der LEHMANN+PARTNER GmbH in Aussicht gestellt, die Kontrollprüfungen als bestanden anzuerkennen, sofern dieser Nachweis auch für eine Kontrollstrecke der IFI Consult GmbH auf der L27 erbracht werden kann.

Eine detaillierte Betrachtung der Messwerte der Kontrollstrecke auf der L27 vom 18.11.22 hat gezeigt, dass zwei einzelne Ausreißer das Gesamtergebnis stark beeinflussen. Ohne diese Ausreißer wäre der Toleranzbereich beim Vergleich der Mittelwerte ( $\Delta ZG < 0,035$ ) beim Vergleich der Wiederholungsmessung mit der ursprünglichen Messung sowie der Messung des Kontrollprüfers eingehalten worden. Daher wurden die Kontrollprüfungen vom AG aufgrund des Ergebnisses der o.g. Detailbetrachtungen sowie der weiteren Darlegungen der Fa. IFI Consult GmbH als bestanden anerkannt.

Es wird angenommen, dass daneben die heißen und trocknen Messbedingungen zu einer möglichen Varianz der Ergebnisse geführt haben. Es ist bekannt, dass die Griffigkeitswerte von saisonalen Einflüssen (Trockenheit, Blütenstaub, Verschmutzungen, Nachschärfung der Oberfläche in den Wintermonaten, reinigende Niederschläge) unterliegen.

Bei zukünftigen ZEB-Kampagnen sollen organisatorische Vorkehrungen getroffen werden, dass die Kontrollprüfung bei der Griffigkeit möglichst zeitgleich mit der ZEB-Erfassung durchgeführt wird.

## 6 Statistische Kennzahlen zum Zustand

In den nachfolgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der statistischen Auswertungen zur Verteilung des Zustands (Längenanteile in den 5 Zustandsklassen) und die längengewichteten Mittelwerte für alle relevanten Zustandsmerkmale, die Teilwerte und den Gesamtwert dargestellt. Darüber hinaus wurde die für die ZEB 2022 ermittelte Zustandsverteilung den Ergebnissen aus dem Jahr 2017 gegenübergestellt. Die Bewertung erfolgte jeweils anhand des aktuell gültigen Bewertungsverfahrens (neue Wertesynthese).

Für den Vergleich mit den Ergebnissen vorangehender Kampagnen, wurden die statistischen Auswertungen abschließen noch für das vor 2017 verwendete Verfahren (alte Wertesynthese) realisiert.

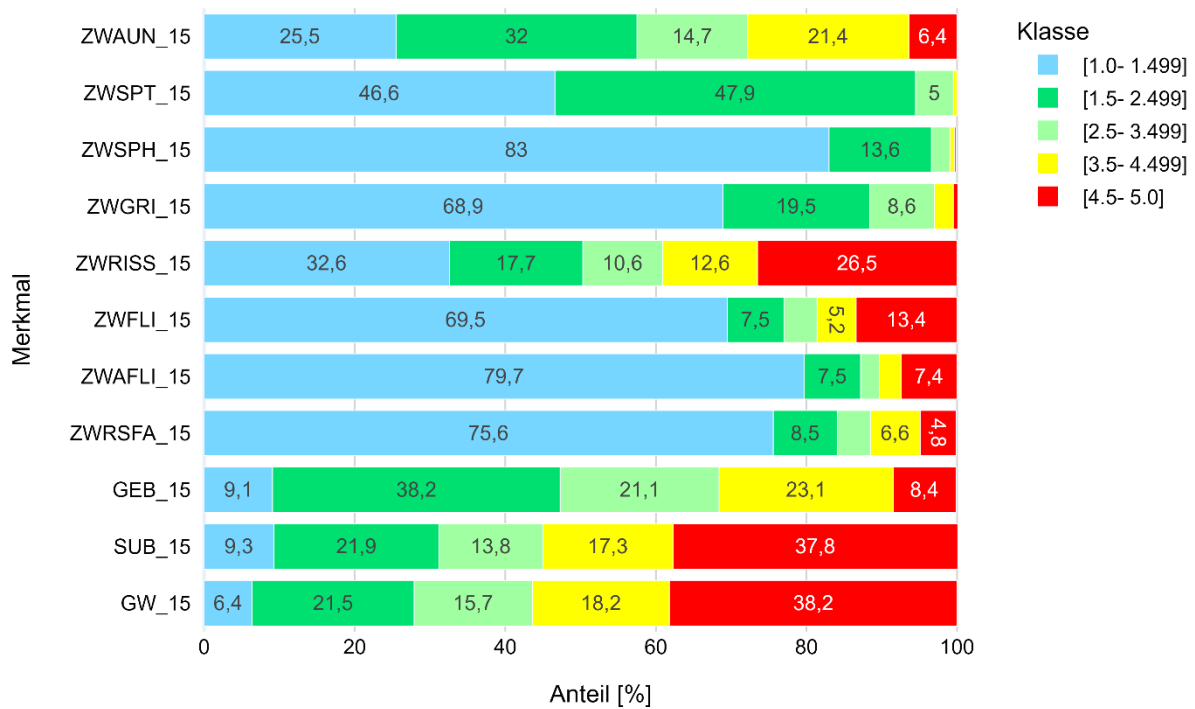
Bei der Prüfung der Datenlieferung zum Endtermin fiel auf, dass bei der Griffigkeit kürzere Bereiche der Messungen mit angehobenem Messrad vom Erfasser des Teilprojektes 2 erneut nicht als ungültig gekennzeichnet wurden. Damit das Projekt zeitnah abgeschlossen werden konnte, wurde bei den betroffenen Zustandsabschnitten mit Reibbeiwerten  $\leq 0,02$  in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Zustandswert der Griffigkeit und der Gebrauchswert in der Datenbank auf „ungültig“ gesetzt. Auf der Grundlage der korrigierten Ergebnistabelle wurden die statistischen Auswertungen durchgeführt und die Visualisierungen, d.h. Karten und Streckenbänder, erstellt.

Nach Abschluss des Projekts wurde festgestellt, dass

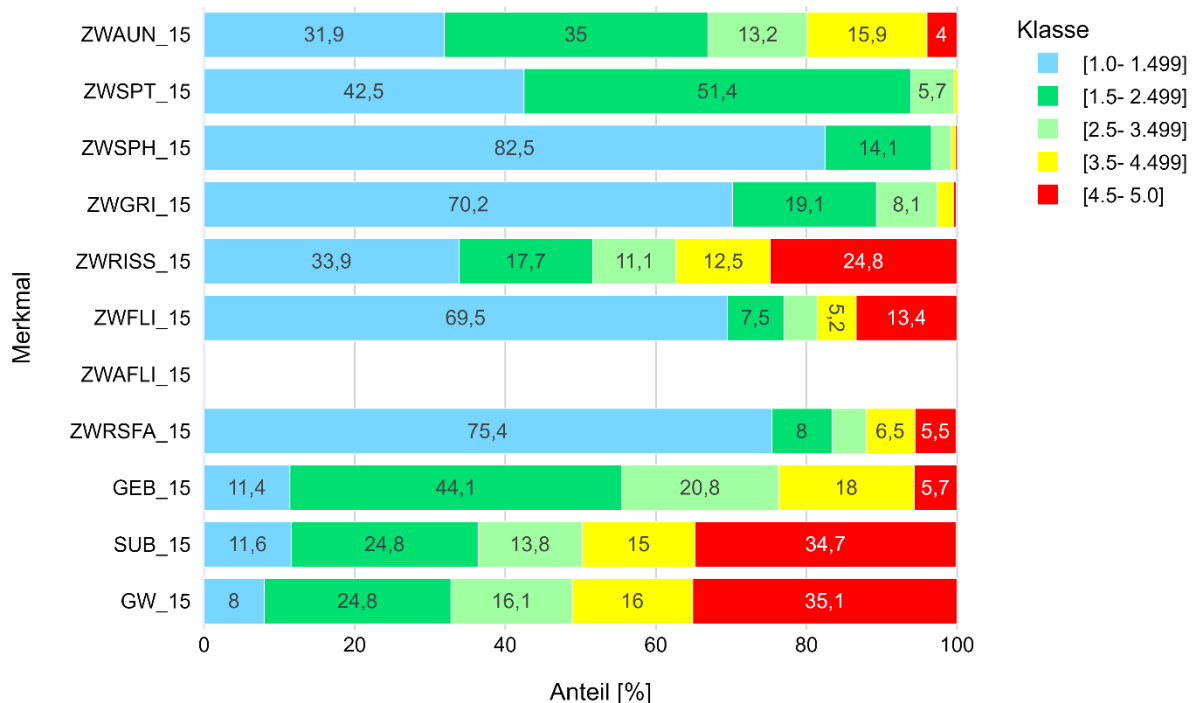
1. bei der durchgeführten manuellen Korrektur, die vom Land Rheinland-Pfalz eingeführte Regel zur Kompensation fehlender Griffigkeitswerte nicht angewandt wurde. Dadurch wurde für eine Länge von 2,2 Kilometern (0,03 % des Gesamtnetzes) kein Gebrauchs- bzw. in dessen Folge auch kein Gesamtwert berechnet.
2. bei dem alten Bewertungsverfahren Strecken in Betonbauweise (0,26 km) nur bei der freien Strecke bewertet wurden (wie im Bewertungsverfahren vorgesehen). Auf Wunsch des Landesbetriebs wurden nachträglich auch die Strecken in Betonbauweise in Ortsdurchfahren in der Bewertung berücksichtigt.

Die Ergebnistabellen wurden nach Abschluss des Projekts neu bewertet. Die Visualisierungen und statistischen Darstellungen wurden aufgrund des geringen Umfangs der Änderungen nicht neu erstellt.

## 6.1 Zustandsverteilung 2022 (neue Wertesynthese)

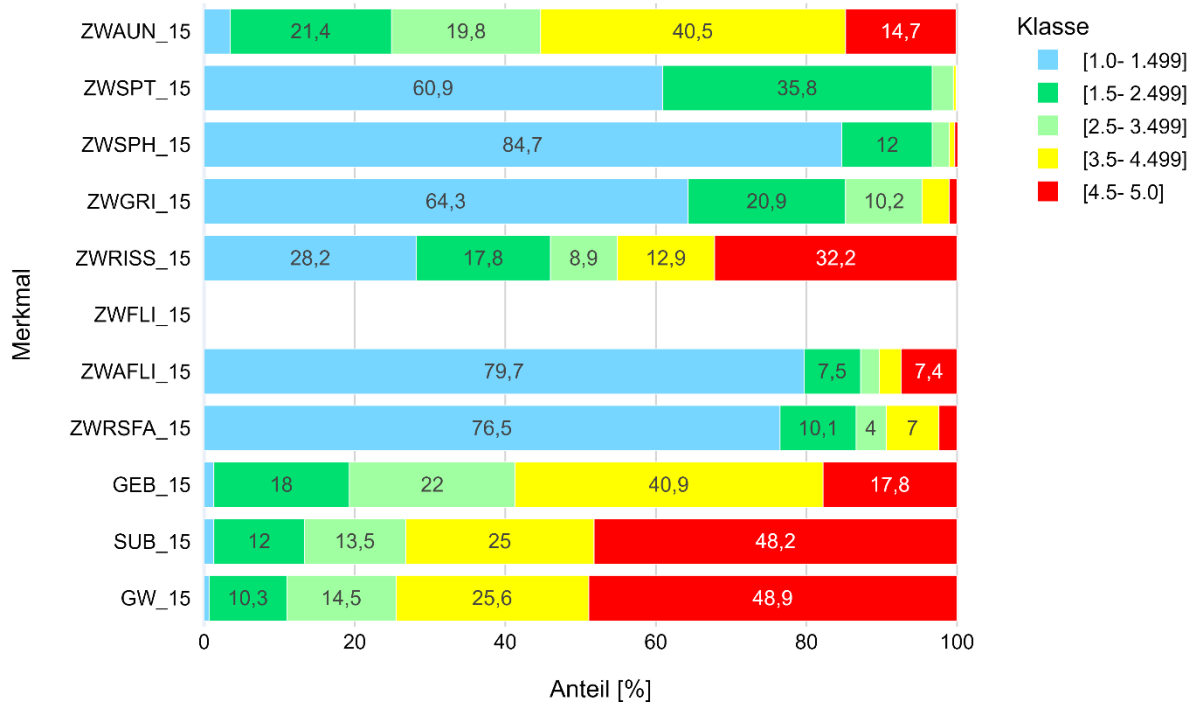


**Bild 42** Zustandsverteilung im **Gesamtnetz** (neue Wertesynthese)



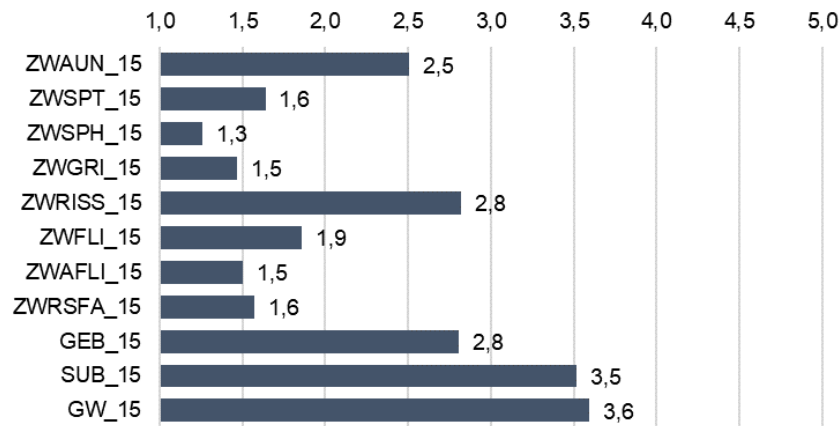
**Bild 43** Zustandsverteilung bei der **Freien Strecke** (neue Wertesynthese)



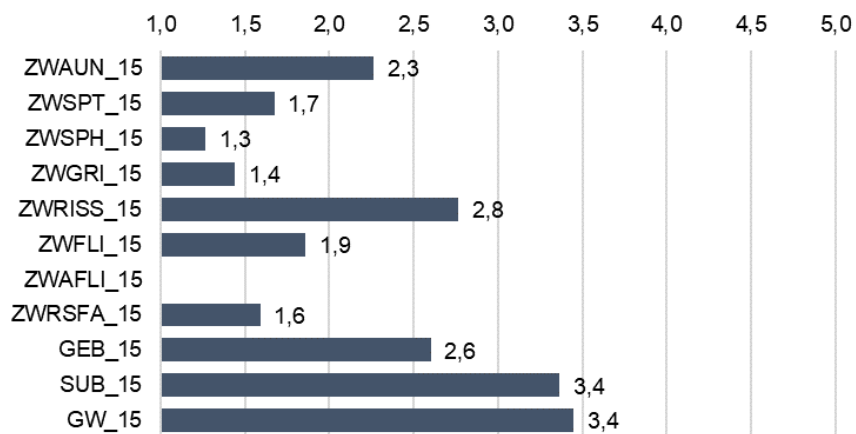


**Bild 44** Zustandsverteilung bei den **Ortsdurchfahrten** (neue Wertesynthese)

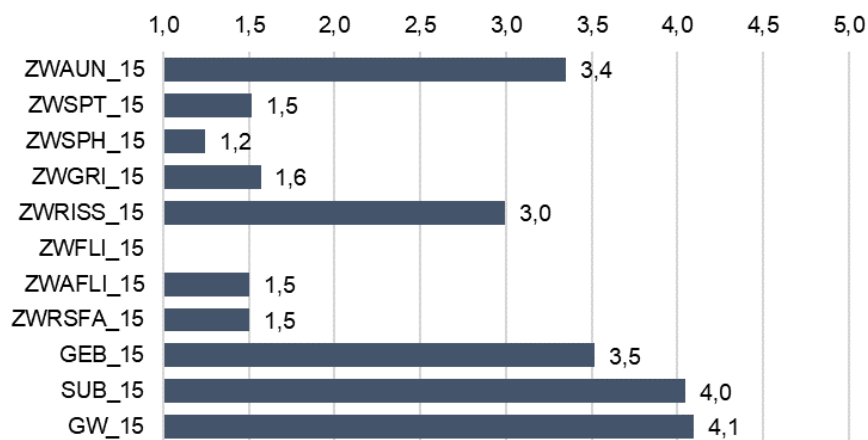
## 6.2 Mittelwerte 2022 (neue Wertesynthese)



**Bild 45** Mittelwerte für das **Gesamtnetz** (neue Wertesynthese)



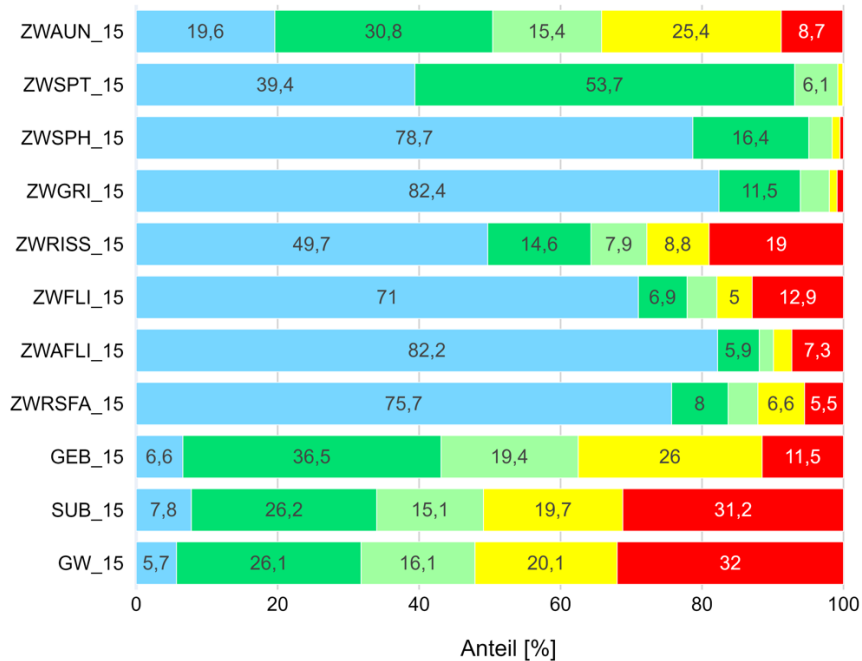
**Bild 46** Mittelwerte für die **freie Strecke** (neue Wertesynthese)



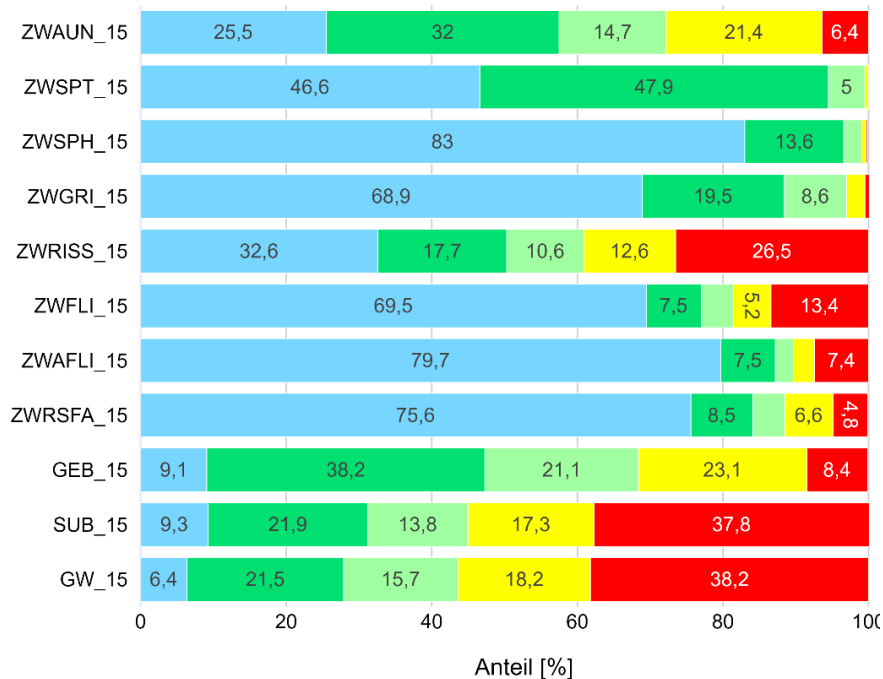
**Bild 47** Mittelwerte für die **Ortsdurchfahrten** (neue Wertesynthese)

### 6.3 Zustandsentwicklung (neue Wertesynthese)

**Längenanteile in den 5 Zustandsklassen – Gesamtnetz  
 ZEB der Landesstraßen 2017**

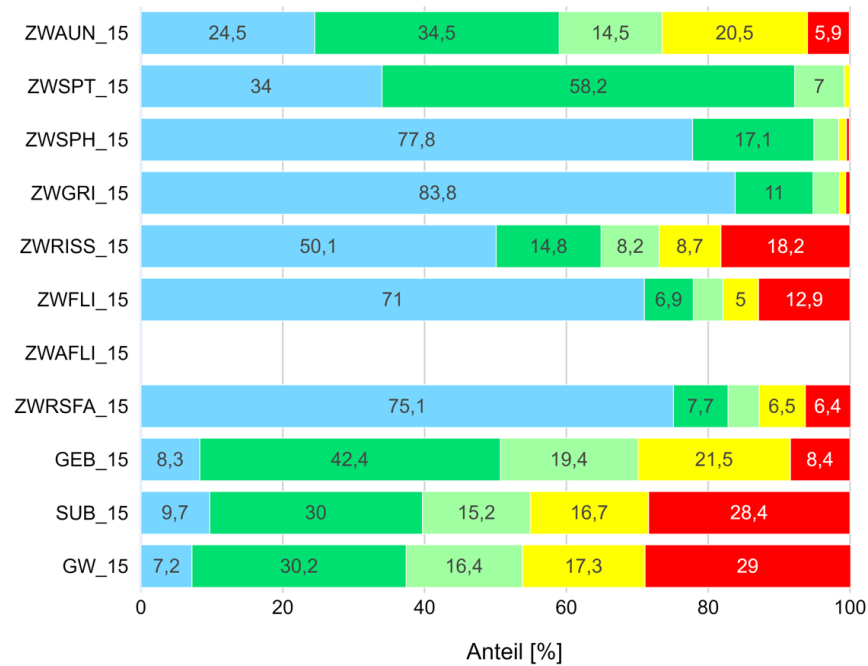


**Längenanteile in den 5 Zustandsklassen -Gesamtnetz  
 ZEB der Landesstraßen 2022**

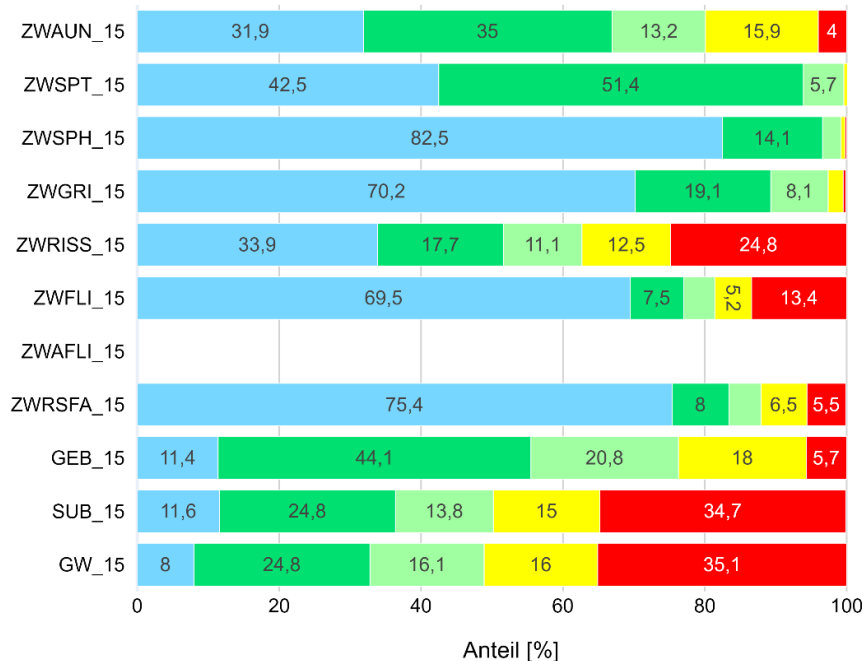


**Bild 48** Zustandsverteilung im **Gesamtnetz** (neue Wertesynthese)

### Längenanteile in den 5 Zustandsklassen - freie Strecke ZEB der Landesstraßen 2017

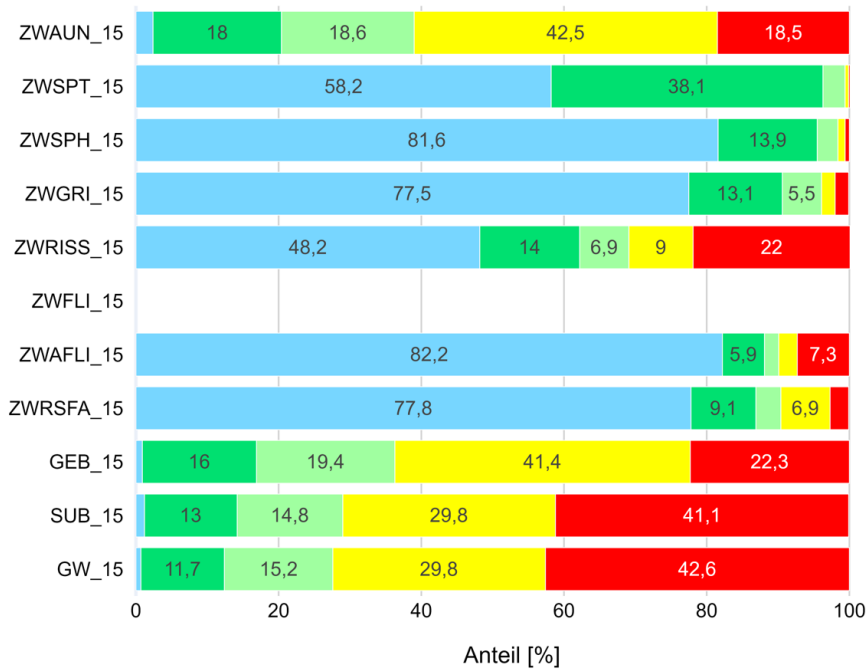


### Längenanteile in den 5 Zustandsklassen - freie Strecke ZEB der Landesstraßen 2022

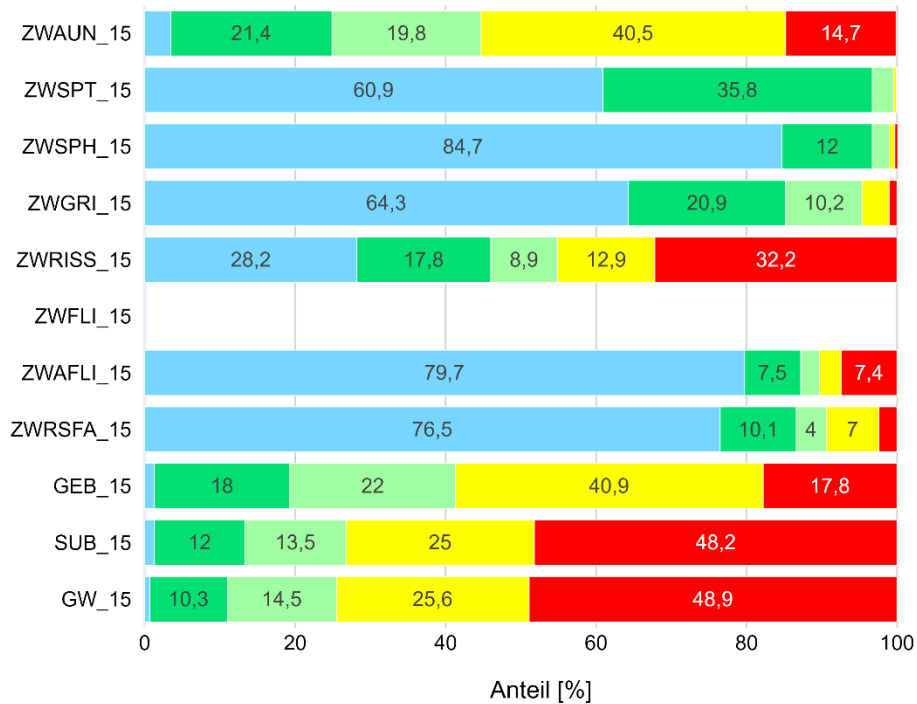


**Bild 49** Zustandsverteilung bei der **freien Strecke** (neue Wertesynthese)

**Längenanteile in den 5 Zustandsklassen - Ortsdurchfahrten  
 ZEB der Landesstraßen 2017**



**Längenanteile in den 5 Zustandsklassen - Ortsdurchfahrten  
 ZEB der Landesstraßen 2022**



**Bild 50** Zustandsverteilung bei den **Ortsdurchfahrten** (neue Wertesynthese)

## 6.4 Zustandsverteilung 2022 (alte Wertesynthese)

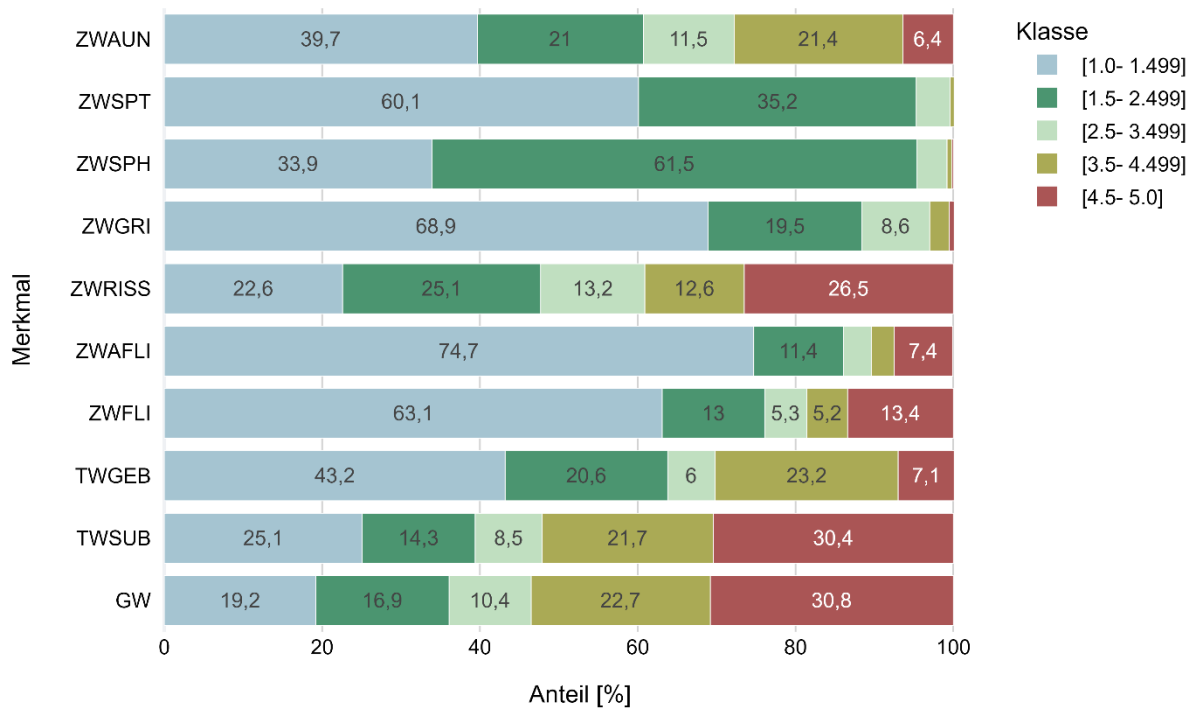


Bild 51 Zustandsverteilung im **Gesamtnetz** (alte Wertesynthese)

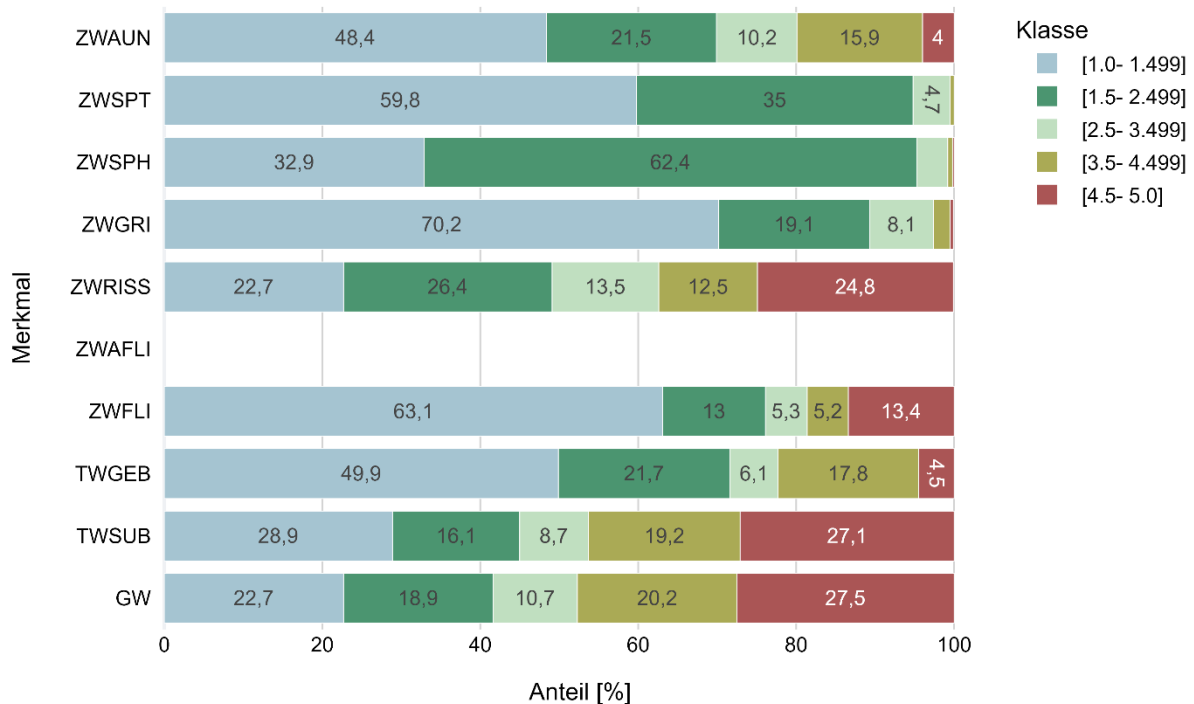
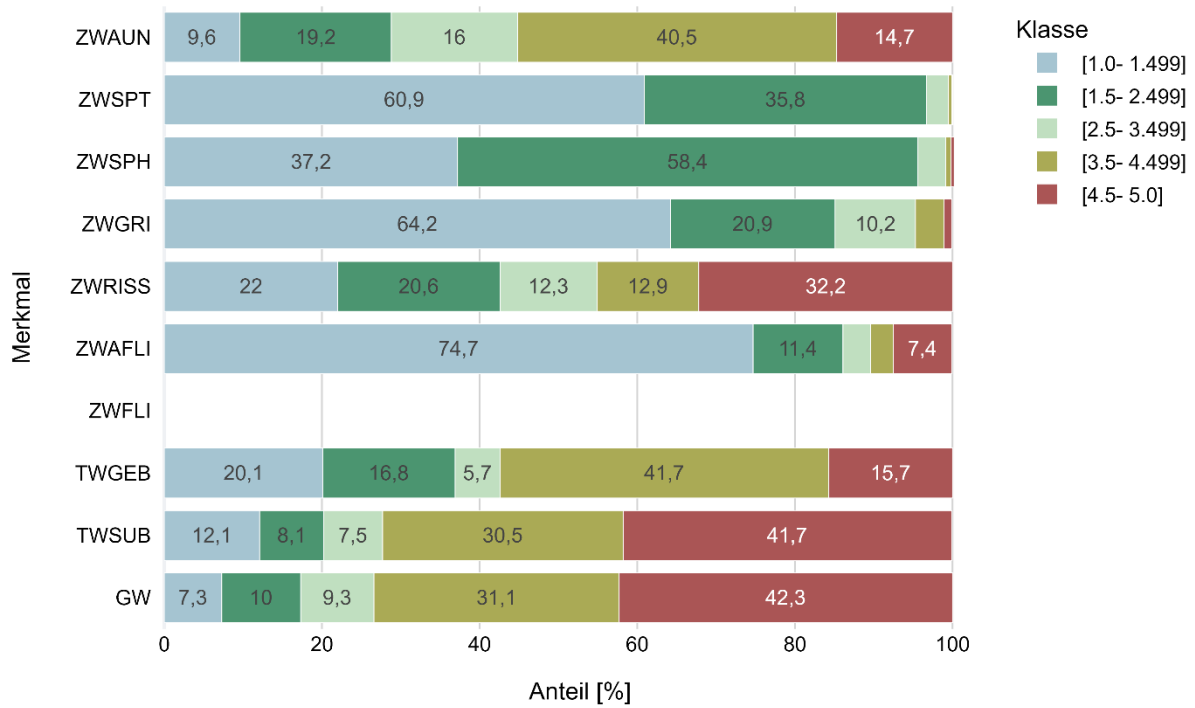
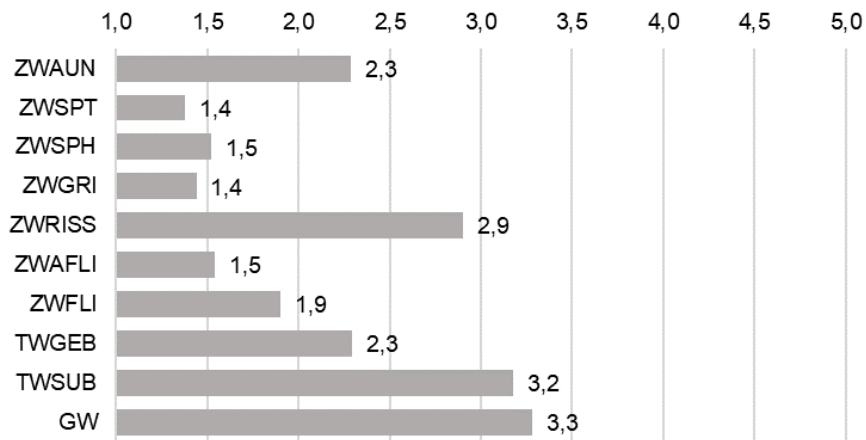


Bild 52 Zustandsverteilung bei der **Freien Strecke** (alte Wertesynthese)

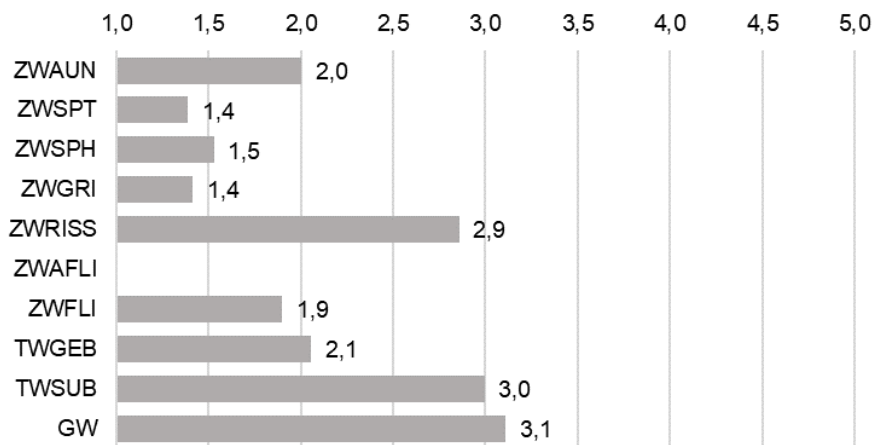


**Bild 53** Zustandsverteilung bei den **Ortsdurchfahrten** (alte Wertesynthese)

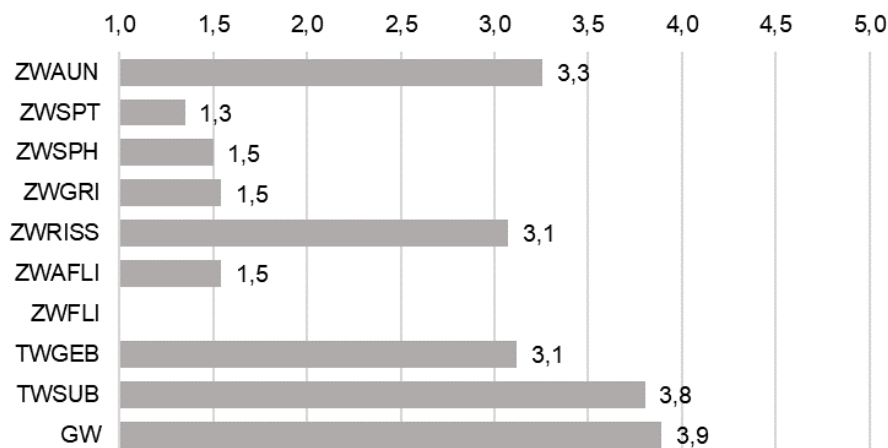
## 6.5 Mittelwerte 2022 (alte Wertesynthese)



**Bild 54** Mittelwerte für das **Gesamtnetz** (alte Wertesynthese)



**Bild 55** Mittelwerte für die **freie Strecke** (alte Wertesynthese)



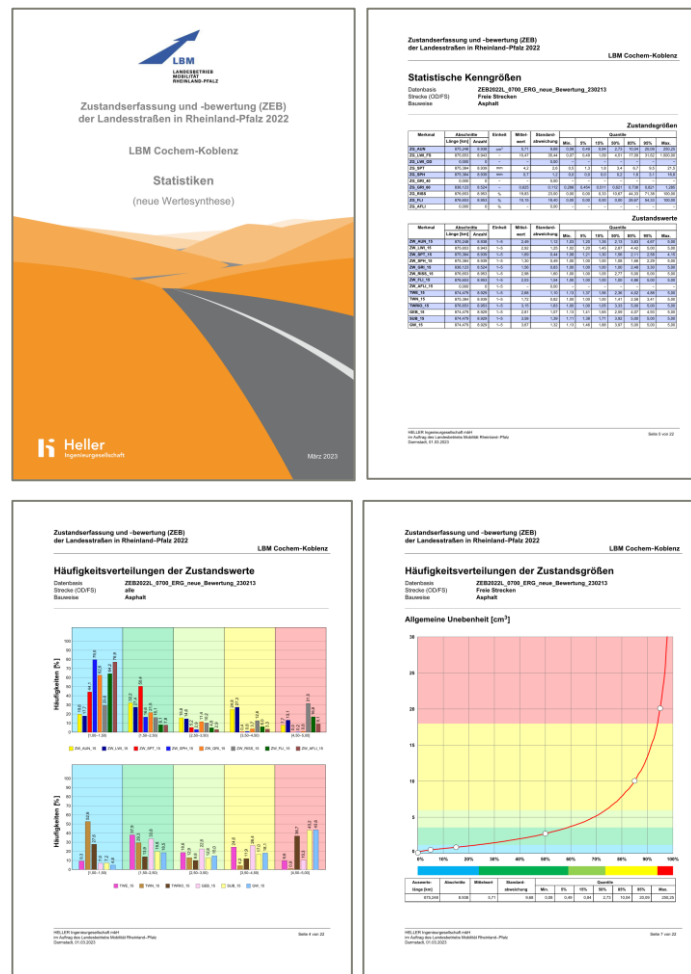
**Bild 56** Mittelwerte für die **Ortsdurchfahrten** (alte Wertesynthese)



## 6.6 Weitere Statistiken

Im gegenständlichen Projekt wurden die Zustandsdaten der ZEB 2022 für das Land und die einzelnen regionalen Standorte umfangreich statistisch ausgewertet. Dazu wurde das bei der ZEB der Bundesfernstraßen übliche Dokumentationsschema eingesetzt.

Die Statistiken wurden jeweils für das Bewertungsverfahren mit neuer und alter Wertesynthese erstellt.



**Bild 57** Beispiel zur statistischen Auswertung der Zustandsdaten

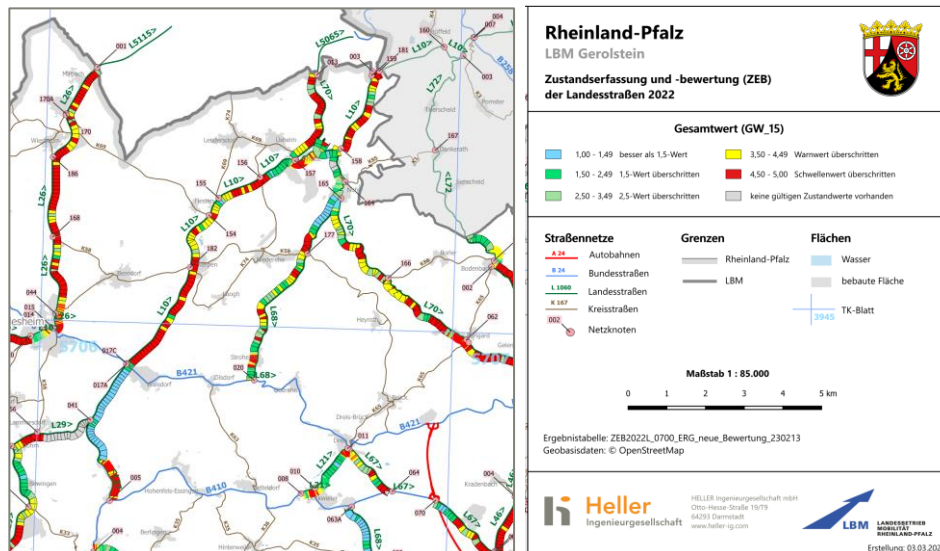
Die Statistiken beziehen sich auf die Bauweise Asphalt und umfassen:

- Darstellung der ausgewerteten und bewerteten Längen
- Darstellung der Häufigkeitsverteilung für die 5 Zustandsklassen
- Mittelwerte der Zustandswerte und -größen
- Summenlinien und Quantile zur Verteilung der Zustandsgrößen
- getrennte Auswertungen für alle Zustandsmerkmale bzw. für das Gesamtnetz, die freie Strecke und die Ortsdurchfahrten

## 7 Zustandskarten

Für die Zustandserfassung der Landesstraßen 2022 wurden zu den relevanten Zustandsmerkmalen Zustandskarten erstellt (siehe Anlage 2). Auf den Karten sind die einzelnen Zustandswerte mit den 5 Zustandsklasse der Zustandsabschnitte als farbige Rechtecke dargestellt.

Die Karten wurden für das Land und die regionalen Dienststellen erstellt.



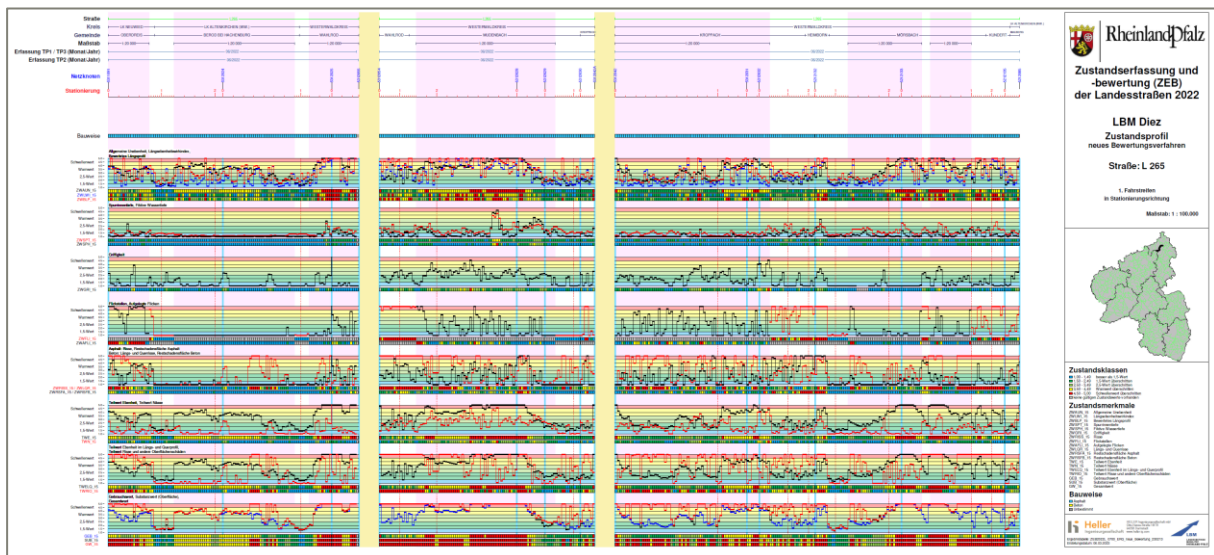
**Bild 58** Beispiel für eine Zustandskarte mit Darstellung der Zustandsklassen

relevante Zustandsmerkmale

- **Gesamtwert (GW\_15)**
- **Substanzwert (Oberfläche) (SUB\_15)**
- **Gebrauchswert (GEB\_15)**
- **Allgemeine Unebenheit (ZWAUN\_15)**
- **Spurrinntiefe (ZWSPT\_15)**
- **Fiktive Wassertiefe (ZWSPH\_15)**
- **Griffigkeit (ZWGRI\_15)**
- **Risse (ZWRIS\_15)**
- **Flickstellen (ZWFLI\_15) bzw. Aufgelegte Flickstellen (ZWAFLI\_15)**
- **Restschadensfläche (ZWRSA\_15)**
- **Teilwert Ebenheit (TWE\_15)**
- **Teilwert Ebenheit im Längs- und Querprofil (TWELQ\_15)**
- **Teilwert Nässe (TWN\_15)**
- **Teilwert Risse und andere Oberflächenschäden (TWRIO\_15)**

## 8 Streckenbänder

Für die Zustandserfassung der Landesstraßen 2022 wurden straßenweise Streckenbänder erstellt (siehe Anlage 3). Darauf sind neben ausgewählten administrativen Informationen die einzelnen Zustandsmerkmale visualisiert. Die Farbe der Zustandsabschnitte entspricht den 5 Zustandsklassen.



**Bild 59** Beispiel für ein Streckenband der Darstellung der Merkmale und Zustandsklassen

relevante Zustandsmerkmale

- **Gesamtwert (GW\_15)**
- **Substanzwert (Oberfläche) (SUB\_15)**
- **Gebrauchswert (GEB\_15)**
- **Allgemeine Unebenheit (ZWAUN\_15)**
- **Spurrinntiefe (ZWSPT\_15)**
- **Fiktive Wassertiefe (ZWSPH\_15)**
- **Griffigkeit (ZWGRI\_15)**
- **Risse (ZWRIS\_15)**
- **Flickstellen (ZWFLI\_15) bzw. Aufgelegte Flickstellen (ZWAFLI\_15)**
- Restschadensfläche (ZWRSFA\_15)
- Teilwert Ebenheit (TWE\_15)
- Teilwert Ebenheit im Längs- und Querprofil (TWELQ\_15)
- Teilwert Nässe (TWN\_15)
- Teilwert Risse und andere Oberflächenschäden (TWRIO\_15)

## 9 Zusammenfassung

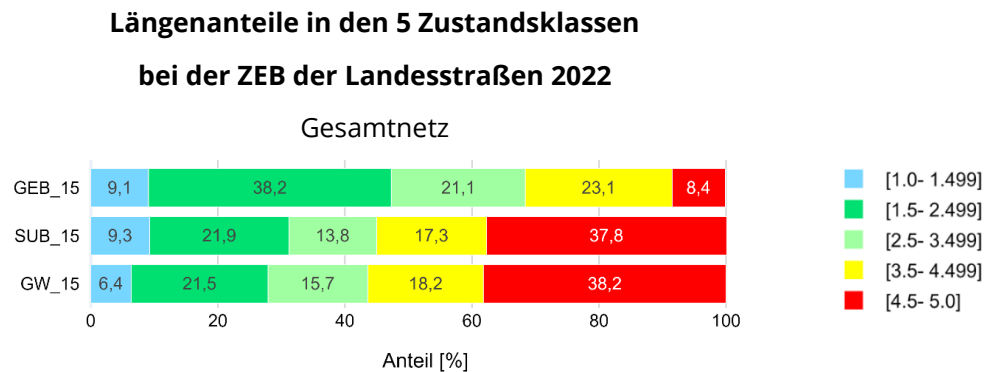
Die Zustandserfassung der Landesstraßen konnte 2022 wie geplant umgesetzt werden. Die Daten weisen eine hohe Qualität und Vollständigkeit auf.

Die messtechnische Erfassung fand im Zeitraum März – November 2022 statt. Mit der Erfassung war die LEHMANN+PARTNER GmbH betraut, die das Projekt gemeinsam mit drei Nachunternehmern realisierte. Die von HELLER vorgenommenen und im gegenständlichen Bericht dokumentierten Auswertungen konnten im Februar 2023 abgeschlossen werden.

Insgesamt konnten 7.012,2 km der 7.167,9 km zu erfassenden Fahrstreifenkilometer, d.h. 98% des Sollerfassungsumfangs, mit einem Gesamtwert bewertet werden. Der im Vergleich zu anderen Landesprojekten sehr niedrige Anteil an nicht bewertbaren ZEB-Auswerteabschnitten ist auf Baustellen, Überholvorgänge, verschmutzte Fahrbahnen und Unterschreitungen der Mindestmessgeschwindigkeit bei der Erfassung der Griffigkeit zurückzuführen.

Mit der seit 2017 in Rheinland-Pfalz eingesetzten Bewertungsmethodik ergibt sich für das Gesamtnetz beim Gesamtwert (GW\_15) ein Anteil von 38,2 %, der den Schwellenwert 4,5 überschreitet. Darüber hinaus gibt es darunter noch einen Anteil von 18,2 %, der über dem Warnwert 3,5 liegt. Damit befinden sich 2.676,1 km in einem sehr schlechten und weitere 1.274,7 km in einem schlechten baulichen Zustand.

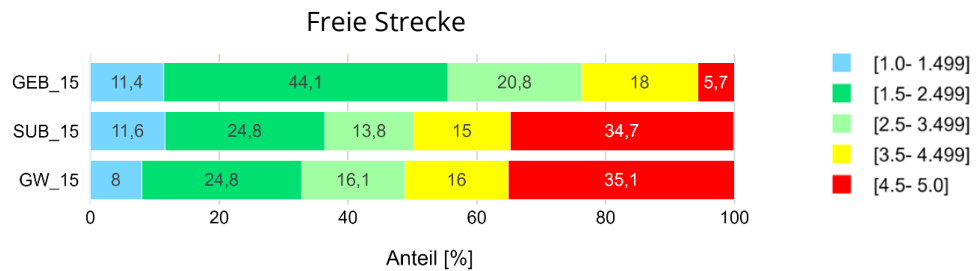
Im folgenden Diagramm sind die Längenanteile in den 5 Zustandsklassen für die Teilwerte, d.h. den Gebrauchswert GEB\_15 und den Substanzwert (Oberfläche) SUB\_15 sowie den Gesamtwert GW\_15 dargestellt. Es ist erkennbar, dass der Zustand der Substanz die Ausprägung des Gesamtwerts maßgeblich beeinflusst.



**Bild 60** Zustandsverteilung im **Gesamtnetz**

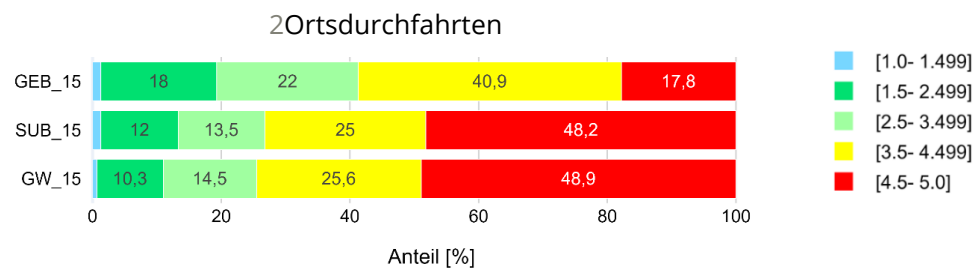
Der größte Handlungsbedarf besteht bei den Ortsdurchfahrten. Hier beträgt der Anteil über dem Schwellenwert 4,5 beim Gesamtwert nahezu 48,9 %. Bei der Freien Strecke sind es 35,1 % (siehe **Bild 61** und **Bild 62**).

### Längenanteile in den 5 Zustandsklassen bei der ZEB der Landesstraßen 2022



**Bild 61** Zustandsverteilung bei der **Freien Strecke**

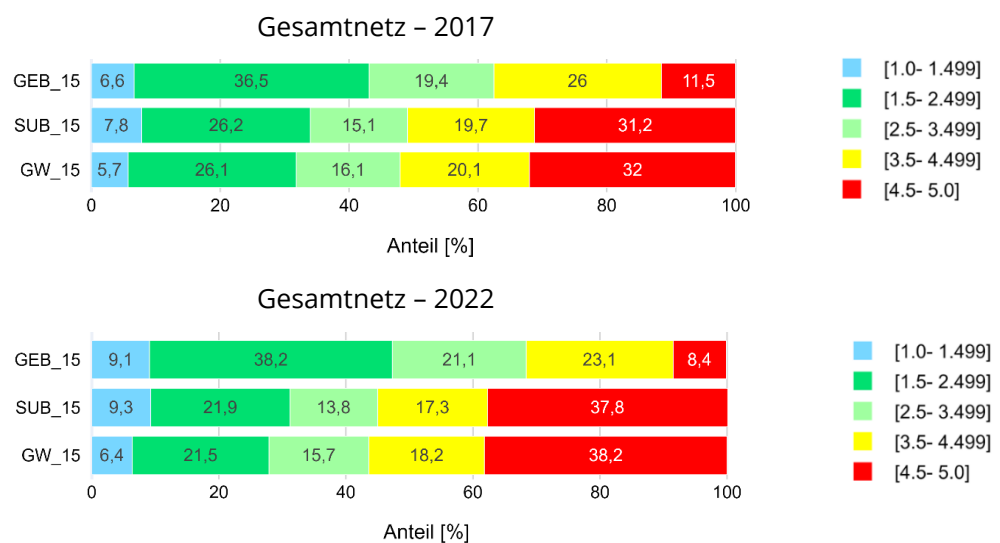
### Längenanteile in den 5 Zustandsklassen bei der ZEB der Landesstraßen 2022



**Bild 62** Zustandsverteilung bei den **Ortsdurchfahrten**

Der Zustand der Landesstraßen hat sich gegenüber 2017 deutlich verschlechtert. Bei dem Gesamtwert hat der Längenanteil über dem Schwellenwert 4,5 um 6,2 % (rund 335 km) zugenommen (**Bild 63**).

### Längenanteile in den 5 Zustandsklassen



**Bild 63** Zustandsverteilung im **Gesamtnetz**, 2017 (oben) und 2022 (unten)

## 10 Verzeichnis der Anlagen

Nr.	Anlage
1	Statistiken
2	Zustandskarten
3	Streckenbänder

## 11 Quellenangaben

[1] ZTV ZEB StB, **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen**, FGSV Verlag, Ausgabe 2018

[2] TP Eben, **Technischen Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung**, Teil: Berührungslose Messung, FGSV Verlag, 2009

[3] TP Griff, **Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau, Teil: Seitenkraftmessverfahren (SKM)**, FGSV Verlag, 2007

[4] TP Oberflächenbild-StB 20, **Technische Prüfvorschriften für die Erfassung von Substanzmerkmalen (Oberfläche) mit schnellfahrenden Messsystemen** - Teil: Bildaufnahme- und Auswertetechnik, FGSV-Verlag, 2020

## 12 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
_15	Das Anhängsel _15 kennzeichnet die o.g. Zustandswerte. Es zeigt an, dass die Zustandsbewertung mit dem 2015 von der BASt entwickelten Bewertungsverfahren durchgeführt wurde.
AUN	Zustandsgröße Allgemeine Unebenheit, Spektrales Längsebenheitsmaß mit der Einheit [cm <sup>3</sup> ]
AUS	Zustandsgröße Ausbrüche
GEB_15	Gebrauchswert [-]

Abkürzung	Erläuterung
GRI_40, _60	Zustandsgröße Griffigkeit für die Bezugsgeschwindigkeit 40 km/h für Ortsdurchfahrten bzw. der 60 km/h für die freie Strecke [-]
GW_15	Gesamtwert [-]
LQRP	Zustandsgröße Längs- und Querrisse, betroffener Plattenanteil [%]
MSPH	Zustandsgröße Fiktive Wassertiefe [mm]
MSPT	Zustandsgröße Spurrinntiefe [mm]
RISS	Zustandsgröße Risse, betroffener Flächenanteil [%]
RSFA	Zustandsgröße Restschadensfläche Asphalt, betroffener Flächenanteil [%]
RSFB	Zustandsgröße Restschadensfläche Beton, betroffener Plattenanteil [%]
SUB_15	Substanzwert (Oberfläche) [-]
TP1a	Teilprojekt Längsebenheit
TP1b	Teilprojekt Querebenheit
TP2	Teilprojekt Griffigkeit
TP3	Teilprojekt Substanzmerkmale (Oberfläche)
TW	Teilwert
TWRIO_15	Teilwert Risse und anderer Oberflächenschäden [-]
ZG	Zustandsgröße
ZTV ZEB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straße
ZW	Zustandswert
ZWAUN_15	Zustandswert Zustandsgröße Allgemeine Unebenheit [1-5]
ZWAUS_15	Zustandswert Ausbrüche
ZWGRI_15	Zustandswert Griffigkeit [-]
ZWLQRP_15	Zustandswert Längs- und Querrisse [-],
ZWRISS_15	Zustandswert Risse [-]

Abkürzung	Erläuterung
ZWRSFA_15	Zustandswert Restschadensfläche Asphalt [-]
ZWRSFB_15	Zustandswert Restschadensfläche Asphalt [-]
ZWSPH_15	Zustandswert Fiktive Wassertiefe [-]
ZWSPT_15	Zustandswert Spurrinntiefe [-]



## Bildverzeichnis

<b>Bild 1</b> Kreislauf der Erhaltungsplanung, HELLER .....	5
<b>Bild 2</b> Anwendungsfelder der ZEB und jeweils erforderliche Inputdaten, HELLER.....	6
<b>Bild 3</b> Messsystem zur Erfassung der Längsebenheit, IFI Consult GmbH .....	7
<b>Bild 4</b> Messsystem zur Erfassung der Querebenheit, IFI Consult GmbH .....	7
<b>Bild 5</b> Messsystem (Seitenkraftmessverfahren) zur Erfassung der Griffigkeit, IFI Consult GmbH....	8
<b>Bild 6</b> Messsystem zur Erfassung der Substanzmerkmale, IFI Consult GmbH .....	8
<b>Bild 7</b> Messfahrzeug der LEHMANN+PARTNER GmbH mit Anordnung des Querprofilscanners im hinteren Bereich des Fahrzeugs .....	8
<b>Bild 8</b> Bestimmung der Allgemeinen Unebenheit (AUN) anhand des Längsprofils, HELLER.....	9
<b>Bild 9</b> Bestimmung der Ebenheit im Querprofil, HELLER .....	10
<b>Bild 10</b> Grafik über die Bestimmung des Seitenkraftbeiwertes, HELLER .....	11
<b>Bild 11</b> Beispiel zur Schadensauswertung mit der Markierung der betroffenen Segmente, HELLER.....	12
<b>Bild 12</b> Beispiel für einen Arbeitsplatz zur Schadenserfassung, HELLER .....	12
<b>Bild 13</b> Schematische Beispiele zu den Substanzmerkmalen, HELLER.....	13
<b>Bild 14</b> Beispiel zur Bestimmung der Restschadensfläche, HELLER .....	14
<b>Bild 15</b> Bewertung der Zustandsgrößen (Modell Rheinland-Pfalz) und Zusammenführung zum Teilwert Risse und Oberflächenschäden .....	14
<b>Bild 16</b> Lineares Modell des Straßennetzes.....	15
<b>Bild 17</b> Zuordnung der Daten zum Straßennetz (Software Geo2Net, HELLER) .....	16
<b>Bild 18</b> Auswerterraster der ZEB, HELLER .....	16
<b>Bild 19</b> Berechnung der auswerteabschnittsbezogenen Zustandsgrößen und -Werte, HELLER....	17
<b>Bild 20</b> Beispieldarstellung für eine Normierungsfunktion, HELLER.....	18
<b>Bild 21</b> Wertesynthese für Streckenbereiche in Asphaltbauweise, HELLER.....	20
<b>Bild 22</b> Wertesynthese für Streckenbereiche in Betonbauweise, HELLER .....	21
<b>Bild 23</b> Teilwerte und Gesamtwert der ZEB, HELLER .....	21
<b>Bild 24</b> Visualisierung des Erfassungsumfangs (freie Strecke: Hellblau / Ortsdurchfahrt: Magenta).....	22
<b>Bild 25</b> Erfassungsdatum und Erfassungslängen im TP1/3 Ebenheit / Substanzmerkmale .....	24
<b>Bild 26</b> Erfassungsdatum und Erfassungslängen im TP2 Griffigkeit .....	25
<b>Bild 27</b> Beispiel zur Darstellung des Erfassungsfortschritts.....	26
<b>Bild 28</b> Bereitstellung der Zustandsdaten mit dem Verfahren der Online-Visualisierung (OnKo3).....	29

<b>Bild 29</b> Profil mit Darstellung der elementaren Zustandsdaten (Beispiel).....	30
<b>Bild 30</b> Beispiel zur Bereinigung der Querprofile oben (LEHMANN+PARTNER GmbH) .....	31
<b>Bild 31</b> Bereinigung der Querprofile oben (IFI Consult GmbH) .....	31
<b>Bild 32</b> Beispiel für einen Bereich mit angehobenem Messrad ohne Kennzeichnung der Daten..	32
<b>Bild 33</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Allgemeine Unebenheit [m <sup>3</sup> ].....	33
<b>Bild 34</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Welligkeit .....	34
<b>Bild 35</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Spurrinntiefe [mm] .....	34
<b>Bild 36</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Fiktive Wassertiefe [mm].....	35
<b>Bild 37</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Querneigung [%] .....	35
<b>Bild 38</b> Vergleich der Zustandswerte, Risse [] .....	36
<b>Bild 39</b> Vergleich der Zustandswerte, Flickstellen [] .....	36
<b>Bild 40</b> Vergleich der Zustandswerte, Restschadensfläche [] .....	36
<b>Bild 41</b> Vergleich der Zustandsgrößen, Griffigkeit [] .....	37
<b>Bild 42</b> Zustandsverteilung im <b>Gesamtnetz</b> (neue Wertesynthese).....	40
<b>Bild 43</b> Zustandsverteilung bei der <b>Freien Strecke</b> (neue Wertesynthese) .....	40
<b>Bild 44</b> Zustandsverteilung bei den <b>Ortsdurchfahrten</b> (neue Wertesynthese) .....	41
<b>Bild 45</b> Mittelwerte für das <b>Gesamtnetz</b> (neue Wertesynthese) .....	42
<b>Bild 46</b> Mittelwerte für die <b>freie Strecke</b> (neue Wertesynthese).....	42
<b>Bild 47</b> Mittelwerte für die <b>Ortsdurchfahrten</b> (neue Wertesynthese) .....	42
<b>Bild 48</b> Zustandsverteilung im <b>Gesamtnetz</b> (neue Wertesynthese).....	43
<b>Bild 49</b> Zustandsverteilung bei der <b>freien Strecke</b> (neue Wertesynthese).....	44
<b>Bild 50</b> Zustandsverteilung bei den <b>Ortsdurchfahrten</b> (neue Wertesynthese) .....	45
<b>Bild 51</b> Zustandsverteilung im <b>Gesamtnetz</b> (alte Wertesynthese) .....	46
<b>Bild 52</b> Zustandsverteilung bei der <b>Freien Strecke</b> (alte Wertesynthese).....	46
<b>Bild 53</b> Zustandsverteilung bei den <b>Ortsdurchfahrten</b> (alte Wertesynthese) .....	47
<b>Bild 54</b> Mittelwerte für das <b>Gesamtnetz</b> (alte Wertesynthese).....	48
<b>Bild 55</b> Mittelwerte für die <b>freie Strecke</b> (alte Wertesynthese) .....	48
<b>Bild 56</b> Mittelwerte für die <b>Ortsdurchfahrten</b> (alte Wertesynthese).....	48
<b>Bild 57</b> Beispiel zur statistischen Auswertung der Zustandsdaten .....	49
<b>Bild 58</b> Beispiel für eine Zustandskarte mit Darstellung der Zustandsklassen .....	50
<b>Bild 59</b> Beispiel für ein Streckenband der Darstellung der Merkmale und Zustandsklassen .....	51
<b>Bild 60</b> Zustandsverteilung im <b>Gesamtnetz</b> .....	52
<b>Bild 61</b> Zustandsverteilung bei der <b>Freien Strecke</b> .....	53
<b>Bild 62</b> Zustandsverteilung bei den <b>Ortsdurchfahrten</b> .....	53

**Bild 63** Zustandsverteilung im **Gesamtnetz**, 2017 (oben) und 2022 (unten) .....53

## Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1** Zustandsgrößen zur Beschreibung der Längsunebenheit.....9

**Tabelle 2** Zustandsgrößen zur Beschreibung der Querunebenheit .....10

**Tabelle 3** Griffigkeit – Zustandsgrößen .....11

**Tabelle 4** Substanzmerkmale und Zuordnung für die Asphaltbauweise .....13

**Tabelle 5** Stützstellen der Normierungsfunktionen für die Asphaltbauweise \* .....19

**Tabelle 6** Stützstellen der Normierungsfunktionen für die Betonbauweise \* .....19

**Tabelle 7** Zustandsklassen.....20

**Tabelle 8** Sollerfassungsumfang (ZEB-Auswerteabschnitte) .....23

**Tabelle 9** Liefertermine .....26

**Tabelle 10** Übersicht der bewerteten Längen und Längenanteile .....27

**Tabelle 11** in der Online-Visualisierung bereitgestellte Daten und Ergebnisse .....28

**Tabelle 12** Streckenauswahl für die Kontrollprüfungen.....33

