



# Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Ministerium für Verkehr  
Postfach 10 34 52 • 70029 Stuttgart

Per E-Mail an die Abteilungen 4  
der Regierungspräsidien  
Stuttgart  
Karlsruhe  
Freiburg  
Tübingen  
Abteilung 9 beim Regierungspräsidium  
Tübingen Landesstelle für Straßentechnik

Stuttgart 24.10.2018

Name Robert Zimmermann

Durchwahl +49 711 231-3633

E-Mail Robert.Zimmermann@vm.bwl.de

Aktenzeichen 2-3945.0/120

(Bitte bei Antwort angeben!)

## Nachrichtlich per E-Mail:

Landkreistag Baden-Württemberg  
Städtetag Baden-Württemberg  
Gemeindetag Baden-Württemberg  
Rechnungshof Baden-Württemberg  
Prüfungsamt des Bundes Stuttgart  
Gemeindeprüfungsanstalt Baden-Württemberg  
Bauwirtschaft Baden-Württemberg  
Ingenieurkammer Baden-Württemberg

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0

Anlagen

Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0

Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

Muster-LV QSBW 4.0

## Allgemeines

Das Land Baden-Württemberg ist ein Vorreiter in der Anwendung von innovativen und zukunftsweisenden modernen Technologien im Straßenbau. Den zahlreich geplanten Straßenbauvorhaben in Baden-Württemberg und dem wachsenden Finanzbedarf für die Straßenerhaltung stehen begrenzte Ressourcen gegenüber. Aus diesem Grund

Informationen zum Schutz personenbezogener Daten nach der DSGVO finden sich auf der Internetseite des Ministeriums für Verkehr unter „Service“ / „Datenschutz“. Auf Wunsch werden diese Informationen in Papierform versandt.

werden vom Ministerium für Verkehr kontinuierlich innovative Möglichkeiten gesucht, Vorhaben wirtschaftlicher umzusetzen und so insgesamt mehr Maßnahmen und längere Lebenszyklen der Straßen realisieren zu können.

Im Straßenbau sind beim Asphalteinbau vier Prozessschritte von wesentlicher Bedeutung. Dies sind die Asphaltherstellung in der Mischanlage, die Logistik von der Mischanlage zum Einbauort, der Einbau auf der Baustelle und schlussendlich die Verdichtung des eingebauten Asphalttes mittels Walzen. Mit Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 (QSBW 4.0) sollen alle Prozesse und weitere Einflussfaktoren, wie z. B. Verkehr oder Wetter, optimal aufeinander abgestimmt werden. Große Potentiale können insbesondere aus einer fundierten Vorbereitung und einem qualitätsgesicherten Einbau unter Berücksichtigung moderner Technologien erschlossen werden.

Durch den Einsatz der QSBW 4.0-Technologien lässt sich zukünftig effizienter bauen. Mit der Vermeidung von Störungen während der Prozesse (z. B. Stau) kann die Prozessqualität gesteigert sowie umweltschonender und wirtschaftlicher gebaut werden. Die Lebensdauer und Qualität der Asphalttschichten werden erhöht.

Das Ministerium für Verkehr hat zusammen mit Projektbeteiligten aus der Bauwirtschaft zur Umsetzung von QSBW 4.0, das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 aufgestellt. Die Komponenten von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 wurden aus erprobten und am Markt verfügbaren Technologien zusammengestellt. Wesentliche Erkenntnisse konnten aus dem angewandten Forschungsvorhaben Smartsite mit der Untersuchungsstrecke L 1205 Sielmingen – Wolfschlugen sowie aus den Erprobungsstrecken L 1214 Bad Boll – Bezgenriet und L 1214 Bad Boll – Aichelberg gewonnen werden. An diesen Strecken wurden die Technologien in der realen Baupraxis erprobt und deren Funktionstüchtigkeit und Tauglichkeit nachgewiesen.

### **Anwendung in Baden-Württemberg**

- (1) Durch den erforderlichen Einsatz der QSBW 4.0-Technologien ist ein Erhaltungsprojekt, welches mit dem QSBW 4.0 durchgeführt wird, nicht herkömmlich auszuschreiben und zu planen.

- (2) Das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 dient als Anleitung von der Vorbereitung über die Ausschreibung, Vertragsabwicklung, Bauüberwachung bis hin zur Abrechnung und zum Abschluss der Baumaßnahme. Es soll den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg eine Anleitung für den Ablauf des Vorbereitungs- und Ausführungsprozesses gegeben werden, welche Technologien gewählt werden können, wie diese funktionieren und wie diese vorzubereiten, auszuschreiben sowie durchzuführen sind. Weitere Einzelheiten können dem Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 entnommen werden. Ergänzend werden in der Anlage eine „Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0“ sowie ein „Muster-LV QSBW 4.0“ zur Verfügung gestellt.
- (3) Das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 Stand Oktober 2018, die Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0 und das Muster-LV QSBW 4.0 werden zur probenweisen Anwendung übersandt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Anwendung zunächst auf den Geschäftsbereich der Landesstraßen in der Baulast des Landes beschränkt bleibt. Eine Anwendung im Geschäftsbereich der Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes ist nach Auswertung der Erfahrungen aus 2019 geplant.
- (4) Das Ministerium für Verkehr weist diesbezüglich darauf hin, dass die Technologien von QSBW 4.0 bei weiteren Erhaltungsmaßnahmen angewendet werden sollen, um weitere Erfahrungen zu sammeln und eventuelle Systemverbesserungen in das Handbuch einfließen zu lassen.
- (5) Die Regierungspräsidien werden daher gebeten, für das Jahr 2019 bis zum **30.11.2018** jeweils zwei Baumaßnahmen im Bereich der Erhaltung von Landesstraßen zur Realisierung mit der QSBW 4.0-Technologie digital an [registrator2@vm.bwl.de](mailto:registrator2@vm.bwl.de) zu melden. Die Komponenten vom Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 werden hierbei mit am Markt verfügbaren Technologien unter Anwendung vom Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0, der Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0 und dem Muster-LV QSBW 4.0 produktneutral beschrieben sowie im Wettbewerb gesucht.

- (6) Das Ministerium für Verkehr wird nach Meldung der QSBW 4.0 Baumaßnahmen für 2019 in Abstimmung mit den Regierungspräsidien einen max. halbtägigen Workshop zur Anwendung von QSBW 4.0 in der Vorbereitung über die Ausschreibung, Vertragsabwicklung, Bauüberwachung bis hin zur Abrechnung und zum Abschluss der Maßnahme anbieten.
- (7) Bis zum Jahr 2021 ist vorgesehen, Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 zu einem Standardverfahren in der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg weiterzuentwickeln und das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 fortzuschreiben.
- (8) Die kommunalen Baulastträger erhalten das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 für die in ihrer Baulast befindlichen Straßen zur Kenntnis. Die Regierungspräsidien werden gebeten, die Landratsämter und Stadtkreise als untere Verwaltungsbehörden zu informieren.

### **Bezug der Unterlagen**

- (9) Die Bereitstellung vom Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 erfolgt nur in digitaler Form über das Internet unter der Adresse <https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/Verkehr/Strassen/Seiten/Regelungen/LisRe-StB-BW.aspx>. Zusätzlich wird im Intranet der baden-württembergischen Straßenbauverwaltung das Handbuch - Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0 - Stand Oktober 2018 vollständig unter der Adresse [http://www.sbv.bwl.de/einfuehrungsschreiben-und-vergabewesen/vergabe-und-vertragswesen/QSBW 4.0](http://www.sbv.bwl.de/einfuehrungsschreiben-und-vergabewesen/vergabe-und-vertragswesen/QSBW_4.0) eingestellt.

### **Schlussbestimmungen**

- (10) Um die Erfahrung mit QSBW 4.0 in der Praxis auch weiterhin zu erheben und in die Fortschreibung des Handbuches einzubringen, werden die Regierungspräsidien gebeten, die Erfahrungen zum **30.11.2019** digital an [registratur2@vm.bwl.de](mailto:registratur2@vm.bwl.de) mitzuteilen. Fehlanzeige ist erforderlich.

- (11) Dieses Einführungsschreiben wird entsprechend der VwV Re-StB-BW vom 01.07.2008 in die Liste der Regelwerke der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg im Internet- und Intranetangebot der Abteilung Landesstelle für Straßentechnik beim Regierungspräsidium Tübingen im Sachgebiet 16 Bauvertragsrecht im Sachgebiet 16.2 Vergabe- und Vertragsunterlagen eingestellt.

gez. Hollatz

## Handbuch

### Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 – QSBW 4.0



**Version 1.0**  
Stand Oktober 2018

## **Impressum**

**Herausgeber:** Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg  
Referat 23: Straßen- und Erhaltungsplanung  
Dorotheenstraße 8  
70173 Stuttgart

**Ansprechpartner:** Robert Zimmermann  
Tel.: +49 711 231-3633  
E-Mail: Robert.Zimmermann@vm.bwl.de

Stuttgart, im Oktober 2018

### Vorwort

Das Land Baden-Württemberg ist mit Vorreiter in der Anwendung von innovativen und zukunftsweisenden modernen Technologien im Straßenbau.

Den zahlreich geplanten Straßenbauvorhaben in Baden-Württemberg und dem wachsenden Finanzbedarf für die Straßenerhaltung stehen begrenzte Ressourcen gegenüber. Aus diesem Grund werden vom Ministerium für Verkehr kontinuierlich neue und innovative Möglichkeiten gesucht, Vorhaben wirtschaftlicher umzusetzen und so insgesamt mehr Maßnahmen und längere Lebenszyklen der Straßen realisieren zu können. Zielsetzung ist ein ökonomisch und ökologisch optimierter Straßenbau sowohl beim Aus- und Neubau als auch bei der Erhaltung.

Mit der praktischen Umsetzung des Forschungsprojekts „SmartSite“ im September 2016 wurde auf der L 1205 Wolfschlugen – Sielmingen nachgewiesen, dass mit dem Einsatz von autonomer Logistik, modernster Maschinensteuerung, einer Verknüpfung aller prozessrelevanten Daten in einer Cloud sowie einer Vernetzung aller Geräte und Prozessbeteiligten mit mobilen Geräten eine große Verbesserung im Asphaltstraßenbau erreicht wird. Durch die Verstetigung der einzelnen Prozesse und der Online-Überwachung der prozessrelevanten Kenngrößen wie z. B. Asphalttemperatur, Einbauhöhe und Verdichtung wird eine Verbesserung der Einbauqualität erreicht, so dass eine Erhöhung der Lebensdauer der Asphaltsschichten, dadurch weniger Baustellen und ein wirtschaftlicherer Einsatz der Haushaltsmittel gegenüber anderen, heute gängigen Bauverfahren, erreicht werden kann.

Zielsetzung des Ministeriums für Verkehr war es daher, die bewährten und flächendeckend am Markt verfügbaren Komponenten dieser Technologie auszuwählen und sie unter dem Begriff Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 (QSBW 4.0) zur Regelbauweise weiterzuentwickeln. Sowohl der Technologieeinsatz als auch die standardisierte Vorgehensweise wurden an zwei Erhaltungstrecken im Jahr 2017 an der L 1214 FDE Bezgenriet – Bad Boll (Ausführung Juli 2017) und der L 1214 FDE Aichelberg – Zell – Bad Boll (Ausführung April 2018) erfolgreich erprobt.

Aus den Praxiserfahrungen wurde zusammen mit der Drees & Sommer Infra Consult und Entwicklungsmanagement GmbH ein Vorgehen entwickelt, das die Prozessqualität im Asphaltstraßenbau erhöht. Die Technologien und das Vorgehen im Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 werden in diesem Handbuch beschrieben, welches die Grundlage für die weitere Vorgehensweise und Vorbereitung für die flächenhafte Anwendung ist.

Die Technologien von QSBW 4.0 sollen bei weiteren Erhaltungsmaßnahmen angewendet werden, um weitere Erfahrungen zu sammeln und die Systemverbesserungen in das Handbuch einfließen zu lassen.

Für 2021 ist vorgesehen, den Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 zu einem Standardverfahren in der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg weiterzuentwickeln.

## Glossar

Begriff	Erläuterung
BigSki	Ein System, das durch die Kombination mehrerer Sensoren (Ultraschall-Höhenfühler) weit auseinanderliegende Punkte aufnehmen und somit Unebenheiten erfassen kann. Aus diesen Messwerten wird ein Mittelwert gebildet und ein virtuelles Referenzniveau abgeleitet, auf das sich der Asphalteinbau bezieht.
Deckenbuch	Das Deckenbuch zählt zu den Entwurfsunterlagen einer Straße und dient zur Auflistung sämtlicher geometrischer Punkte einer Fahrbahndecke entlang einer Achse. Grundlage für die Erstellung eines Deckenbuches ist die Achse einer Straße sowie deren Gradienten, Fahrbahnbreite und Fahrbahnquerneigung.
Differenzbasiertes System	System, das relativ zum Bestand steuert.
Dynamische Geschwindigkeitsempfehlung	Empfehlung zur Fertigergeschwindigkeit, so dass ein unterbrechungsfreier Einbau in Abhängigkeit zur Lieferlogistik gewährleistet werden kann.
Dynamische Logistiksteuerung	Echtzeit-Steuerung und Organisation von Lieferlogistik, Gerätekapazitäten und Materialflüssen in Abhängigkeit des Verhaltens beteiligter Parameter und Akteure.
Fertigerstop	Stillstand des Fertigers während des Einbauprozesses
flächendeckende Verdichtungskontrolle [FDVK]	Bei der FDVK handelt es sich um ein System, das es ermöglicht, den Verdichtungszustand walzen- und arbeitsintegriert zu erfassen. Die dynamische Walze dient somit nicht nur als Verdichtungsgerät, sondern gleichzeitig auch als Messwerkzeug. Das Grundprinzip der FDVK ist es, unter der Voraussetzung konstanter Parameter des Verdichtungsprozesses, vom Schwingungsverhalten der Bandage auf den Verdichtungszustand des Bodens zu schließen.
Fräshorizont	Geplanter Horizont, der als Oberfläche im Zuge des Asphaltfräsens entstehen soll.

Begriff	Erläuterung
Georadar-Messung	Eine Methode, um geologische Strukturen zu untersuchen, indem elektromagnetische Impulse in das umgebende Medium abgestrahlt und bei Heterogenität im Boden zum Empfänger reflektiert werden. Hierbei handelt es sich in den meisten Fällen um geologische Grenzschichten oder Änderungen der Zusammensetzung des Bodens.
GNSS-Steuerung	Ein globales System zur Positionsbestimmung und Navigation auf der Erde und in der Luft durch den Empfang der Signale von Navigationssatelliten und Pseudoliten.
Kalibrierungsbohrkerne	Bohrkerne, die zur Kalibrierung, insbesondere zur Schichtdickenbestimmung und zur Materialanalyse, gezogen werden.
Mesh-Netzwerk	Ein Netzwerk aus mehreren Komponenten, wobei jeder Knoten mit einem oder mehreren anderen verbunden ist. Die Informationen werden von Knoten zu Knoten weitergereicht, bis sie das Ziel erreichen.
Profilfräsen	Fräsen eines ebenen Fräshorizonts
Qualitätscontrolling	Die Planung, Durchführung, Steuerung und Überwachung qualitätssteigernder Entwicklungen sowie das frühzeitige Aufspüren möglicher Fehlerquellen. Entsprechend müssen Prozesse von Beginn an und über ihre gesamte Dauer hinweg genau gesteuert werden, um ggf. auch zwischenzeitlich korrigierend einzugreifen.
Rammsondierung	Die Baugrunduntersuchung durch Einrammen bzw. Eindringen von Sonden in den Boden. Als Messergebnis wird der Bodenwiderstand gegen das Einrammen erfasst. Die Anzahl der Schläge pro vordefinierter Eindringtiefe werden in einem Rammdiagramm dokumentiert.
Real-Time Kinematic [RTK]	Ein Verfahren zur präzisen Bestimmung von Positionskoordinaten mit Methoden der Satellitennavigation
Straßen-Scan	Die Fahrbahndecke wird mit einem, auf dem Fahrzeug montierten Scanner aufgenommen und vermessen, um ein präzises Oberflächenmodell zu generieren.

Begriff	Erläuterung
Tachymetersteuerung	Ein Steuergerät bei der Erstellung einer Feinplanie durch kontinuierliche Positionsbestimmung des Graders; mittels Tachymeter werden Koordinaten aufgenommen, die die Grundlage zur Erstellung eines digitalen Geländemodells bilden.
Überrollung	Eine Walzüberfahrt in nur einer Fahrtrichtung
Verdichtungsrelevante Überrollung	Anzahl der Walzüberrollungen, bei der ein geforderter Verdichtungsgrad erreicht wird.
Zwangspunkte	Punkte, nach denen sich der Verlauf einer Verkehrsstrasse ausrichtet.
3-D-Steuerung	Bei einem 3D-Steuerungssystem werden die Pläne direkt auf einen Computer in der Kabine der Maschine übertragen. Das System bestimmt ständig die eigene Position und vergleicht diese mit den Plandaten. Die Differenz wird dabei automatisch über die Maschinenhydraulik ausgeglichen.

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Anlass und Ziele .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Was ist Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0? .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Bestandserfassung und Planung .....</b>	<b>10</b>
3.1	Bestandserfassung .....	10
3.1.1	Vermessungstechnische Erfassung Straßenoberfläche .....	11
3.1.2	Erfassung bestehender Fahrbahnaufbau.....	12
3.1.3	Abdeckung der Ortung über Satelliten (GPS) .....	14
3.1.4	Datenempfang über Mobilfunk oder Festnetz .....	14
3.2	Festlegung Erhaltungsumfang .....	15
3.3	Bemessung Oberbau.....	15
3.4	Planung Deckenbücher und Massen .....	16
<b>4</b>	<b>Bauleistungen und Baucontrolling .....</b>	<b>17</b>
4.1	Fräsen mit variabler Tiefe .....	17
4.2	Maschinensteuerung Fertiger.....	17
4.3	Maschinensteuerung Walzen .....	17
4.4	Qualitätsmanagementplan .....	18
4.4.1	Logistik- und Einbaukonzept.....	18
4.4.2	Eigenüberwachung und Dokumentation Verlade- und Einbautemperatur ....	19
4.4.3	Eigenüberwachung Einbaugeschwindigkeit .....	20
4.4.4	Eigenüberwachung Schichtdicke .....	20
4.4.5	Eigenüberwachung Verdichtung.....	21
4.5	Anforderungen an mobile Vernetzung .....	21
<b>5</b>	<b>Ausschreibung .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Bauüberwachung .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Abrechnung und Abschluss.....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Stufenplan und Ausblick.....</b>	<b>26</b>

### 1 Anlass und Ziele



Abbildung 1: Hauptkomponenten QSBW4.0

Die bauliche Erhaltung der Bundesfern- und Landesstraßen hat für Baden-Württemberg einen hohen wirtschaftspolitischen Stellenwert. Für Bundesfernstraßen stehen daher jährlich ca. 400 Mio. € für Erhaltungsmaßnahmen zur Verfügung. Im Bereich der Landesstraßen ist für die mittelfristige Verbesserung des Fahrbahnzustands auf der Grundlage der Zustandserfassung und Zustandsbewertung (ZEB) ein Investitionsbedarf von ca. 100 Mio. Euro pro Jahr berechnet worden. Gemäß dem Erhaltungsmanagement sollen damit rund 250 km Landesstraßen jährlich saniert werden. Für die Instandsetzung der Ingenieurbauwerke werden zudem ca. 20 Mio. Euro und für die Modernisierung der Brücken an Landesstraßen weitere ca. 20 Mio. Euro pro Jahr benötigt. Der jährliche Gesamtbedarf für die Erhaltungsinvestitionen beim Land liegt somit bei 140 Mio. Euro (Stand 2018).

Hierbei ist es entscheidend, die baulichen Erhaltungsmaßnahmen so durchzuführen, dass eine möglichst hohe Bauqualität und somit eine Langlebigkeit im Straßenaufbau erreicht wird. Für das Erreichen dieser Anforderungen werden bei Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 im Wesentlichen zwei Aspekte verfolgt:

1. eine fundierte Vorbereitung der Baumaßnahme, insbesondere die Bestanderhebung und sachgerechte Planung sowie
2. ein qualitätsgesicherter, unterbrechungsfreier Einbauprozess.

Im Straßenbau sind beim Asphalteinbau die folgenden vier Prozessschritte von wesentlicher Bedeutung (siehe Abbildung 1):

1. Asphaltherstellung
2. Logistik
3. Einbau
4. Verdichtung

Das Ziel ist es, diese Prozessschritte optimal aufeinander abzustimmen. Große Potentiale können insbesondere aus einer fundierten Vorbereitung und einem qualitätsgesicherten Einbau unter Berücksichtigung moderner Technologien erschlossen werden.

Der Ablauf des Vorbereitungs- und Ausführungsprozesses wird sich gegenüber der bisherigen Vorgehensweise ändern. Mit dem vorliegenden Handbuch „Qualitäts-Straßenbau

## Handbuch Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 QSBW 4.0

Baden-Württemberg 4.0“ soll den MitarbeiterInnen der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg eine Anleitung für den Ablauf des Vorbereitungs- und Ausführungsprozesses gegeben werden, welche Technologien gewählt werden können, wie diese funktionieren und wie diese vorzubereiten, auszuschreiben und durchzuführen sind. Ergänzend werden Mustertexte für die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis zur Verfügung gestellt.

Die geänderte Vorgehensweise zur Vorbereitung und Durchführung von Erhaltungsprojekten führt zu einem entsprechenden Mehraufwand in der Prozessabwicklung, erzeugt gleichzeitig jedoch folgende Vorteile:

Kurzfristige Vorteile	<ul style="list-style-type: none"><li>– Reduzierung von Änderungen im Bau-Soll durch bessere Vorbereitung und Planung der Erhaltungsmaßnahme</li><li>– verlässlichere Bauabwicklung und somit Reduzierung von Sperrzeiten</li><li>– einfacheres Baucontrolling durch die Bauprozessverfolgung mit mobilen Geräten</li></ul>
Mittelfristige Vorteile	<ul style="list-style-type: none"><li>– weniger Baumängel durch verbesserte Bauprozessqualität und Baucontrolling</li><li>– weniger Aufwand für die administrative Abwicklung von Baumängeln</li></ul>
Langfristige Vorteile	<ul style="list-style-type: none"><li>– längere Erhaltungsintervalle</li><li>– höhere Gesamtwirtschaftlichkeit</li></ul>

Das vorliegende Handbuch gliedert sich in folgende Kapitel:

In Kapitel 2 „**Was ist Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0**“ wird ein Überblick über die wesentlichen Elemente und neue Vorgehensweise gegeben.

Kapitel 3 adressiert die durchzuführenden Schritte in der **Bestandserfassung und Planung**.

Hinweise für die vom Bauauftragnehmer zu erstellenden **Bauleistungen** und zu erbringenden **Baucontrolling** werden in Kapitel 4 gegeben.

In Kapitel 5 werden die **Ausschreibung** der Planungs- und Bauleistungen beschrieben.

Hinweise für die **Bauüberwachung** enthält Kapitel 6, **Abrechnung und Abschluss** wird in Kapitel 7 behandelt.

Für die Einführung von Qualitätsstraßenbau Baden-Württemberg 4.0 wird in Kapitel 8 ein **Stufenplan** beschrieben und ein **Ausblick** auf künftige Entwicklungen gegeben.

## 2 Was ist Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0?



Abbildung 2: Erprobungsstrecken QSBW 4.0

Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 (QSBW 4.0) adressiert insbesondere eine Verbesserung der Prozessqualität beim Asphalteinbau. Wie auch bereits in der stationären Industrie erfolgreich realisiert, führt eine hohe Prozessqualität mit regelmäßiger Prozessüberwachung zu einer hohen Produktqualität. Daher ist ein wesentlicher Baustein von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 eine Verstetigung des Einbauprozesses durch eine dynamische Logistiksteuerung sowie die Einführung eines Qualitäts-Controllings. Die beim QSBW 4.0 eingesetzten Technologien und Produkte werden beispielhaft im vorliegenden Handbuch genannt. Aufgrund einer Vielzahl an Produkten erfolgt grundsätzlich eine produktneutrale Technikauswahl bei der Erstellung der Vergabeunterlagen.

Die Komponenten von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 wurden aus erprobten und am Markt verfügbaren Technologien zusammengestellt. Wesentliche Erkenntnisse konnten aus dem angewandten Forschungsvorhaben Smartsite mit der Untersuchungsstrecke L 1205 Sielmingen – Wolfschlugen sowie aus den Erprobungsstrecken L 1214 Bad Boll – Bezgenriet und L 1214 Bad Boll – Aichelberg (vgl. Abbildung 2) gewonnen werden. An diesen Strecken wurden die Technologien in der realen Baupraxis erprobt und deren Funktionstüchtigkeit nachgewiesen.

Die Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) bilden die Grundlage der Straßenerhaltungsprogramme für die Bundes- und Landesstraßen. Die auf dieser Grundlage erstellten 4-Jahresprogramme für die Sanierung von Bundes- und Landesstraßen werden in Eigenverantwortung der Regierungspräsidien abgearbeitet.

Im Folgenden werden nun die Systemkomponenten des Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 vorgestellt:

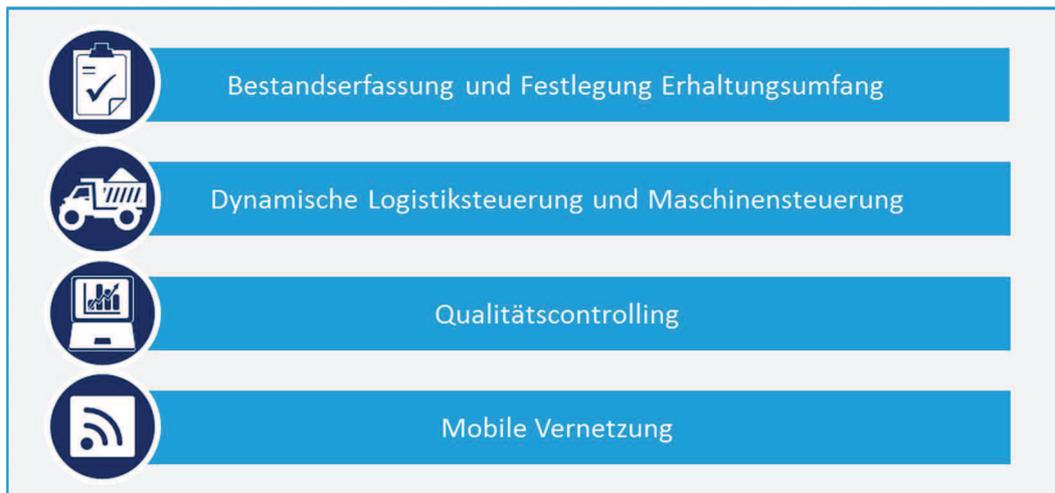


Abbildung 3: Systemkomponenten QSBW 4.0



Die **Bestandserfassung** ist die wichtigste Grundlage für die Planung aller Straßenerhaltungsmaßnahmen. Für die Erfassung des bestehenden Straßenaufbaus ist u. a. eine Georadarerfassung vorzunehmen und es sind Bohrkern zu ziehen, so dass präzisere Aussagen über den Aufbau der vorhandenen Straßenkonstruktion getroffen werden können.



Abbildung 4: Schadensbild

Vorteil einer flächendeckenden Georadarerfassung zusammen mit der Bohrkernauswertung ist die Kenntnis über die bestehenden Schichtgrenzen und ggf. Unterschiede im Aufbau des Straßenoberbaus. Nachträgliche Änderungen des Bau-Solls können somit reduziert werden.

Darüber hinaus ist es erforderlich, mit einem Straßenscan die bestehende Oberflächen-geometrie zu erfassen. Aus den Ergebnissen können gegenüber den bisher üblichen Bestandsaufnahmen, i. d. R. alle 15 Meter drei Punkte im Querprofil, exakte Aussagen zu Ebenheit, Verformungen, abflussschwachen Bereichen etc. abgeleitet werden.

Im Rahmen der folgenden **Festlegung des Erhaltungsumfangs** kann daraufhin festgelegt werden, welche Gesamtaufbaustärke erforderlich ist, welche Asphalt-schichten bestehen bleiben, welche Schichten auszubauen sind und welche Teilbereiche zusätzlich saniert werden müssen.

Grundprinzip von QSBW 4.0 ist der Bau von Schichten mit konstanter Schichtdicke. Mögliche Unebenheiten in der Bestands-oberfläche werden mit dem Straßenscan erfasst. Über ein Fräsen mit variabler Tiefe wird ein ebener Aufbauhorizont hergestellt, auf dem mit konstanter Schichtdicke aufgebaut werden kann. Der Asphalteinbau mit dem Fertiger kann nun mit konstanter Einbaudicke erfolgen.

Mit einem Asphalteinbau mit konstanter Schichtdicke kann ein gleichmäßiger und kontrollierbarer Einbau- und Verdichtungsprozess durchgeführt werden.

Voraussetzung hierfür ist eine Festlegung des neuen ebenen Fräshorizonts.

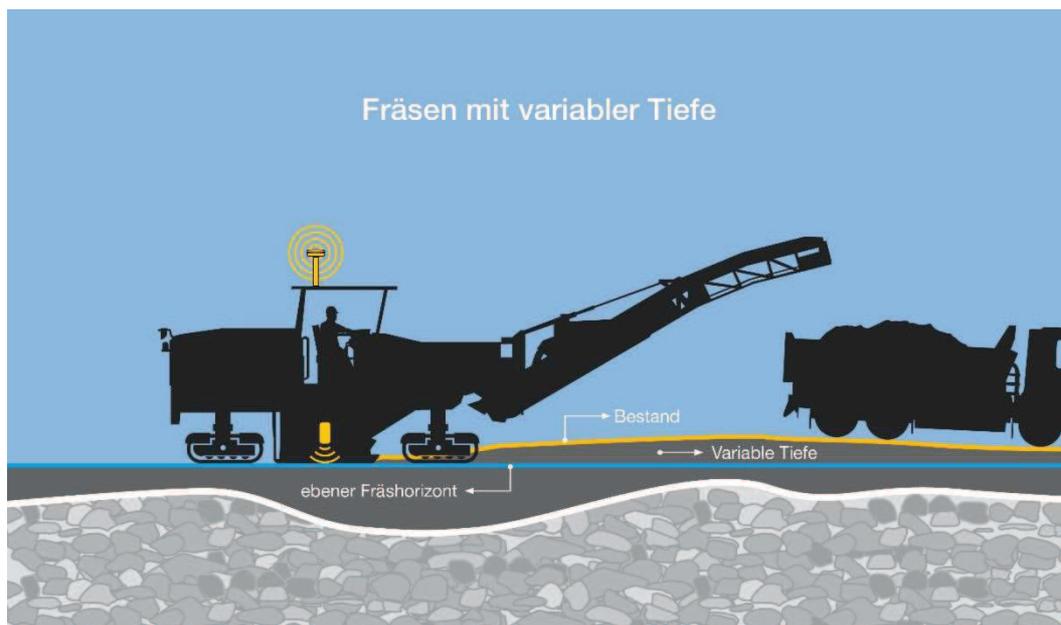


Abbildung 5: Fräsen mit variabler Tiefe

Der Einbau von konstant starken Schichten verbessert sowohl die Ebenheit der künftigen Einbauschichten als auch die Wasserabflussbedingungen, insbesondere in kritischen Bereichen. Voraussetzung hierfür ist in vielen Fällen das Profilfräsen planparallel zur neuen Asphaltdeckschicht.



Wesentliche Potentiale in der Bauqualität können über den Asphalt-Einbauprozess gehoben werden. Ziel ist es daher, einen kontinuierlichen, gleichbleibend heißen Einbau in einer konstanten Schichtdicke und mit der erforderlichen gleichmäßigen Verdichtung zu erreichen.

Hierzu sollen moderne Technologien genutzt und in den Ausschreibungsunterlagen als Systemanforderungen oder einzuhaltende Toleranzen gefordert werden.

Voraussetzung für die Verstetigung und die Beherrschbarkeit des Einbauprozesses ist eine ausreichend heiße und möglichst gleichmäßige Verladetemperatur am Asphaltmischwerk (vgl. Kapitel 4.4.2).

Ein wesentlicher Baustein für den kontinuierlichen Einbau ist eine **dynamische Logistiksteuerung**, die in der Lage ist,

- ⇒ die Beladungszeitpunkte an der Asphaltmischanlage je nach Fertigergeschwindigkeit und Lkw-Fahrtdauer zu bestimmen,
- ⇒ die Ankunftszeiten der Lkw am Fertiger verlässlich zu prognostizieren und dem Fertigerfahrer anzuzeigen sowie
- ⇒ bei Fahrzeitverlängerungen der Mischguttransporte, z. B. durch Staus, rechtzeitig Empfehlungen für die Veränderung der Fertigergeschwindigkeit zu geben.

Vorteil einer dynamischen Logistiksteuerung ist die Gewährleistung eines unterbrechungsfreien Einbaus und somit ein Vermeiden von Fertigerstops mit allen negativen Folgen insbesondere hinsichtlich Längsebenheit.

Ziel ist es darüber hinaus, mit der Logistiksteuerung eine gleichbleibende Fertigergeschwindigkeit zu erreichen, so dass die Vorverdichtung durch die Fertigerbohle und die nachfolgende Verdichtung der Walzen ähnliche Produktionsbedingungen haben. Dies ist Voraussetzung für das Qualitätscontrolling, z. B. die erforderliche Anzahl der Walzübergänge (s.u.).

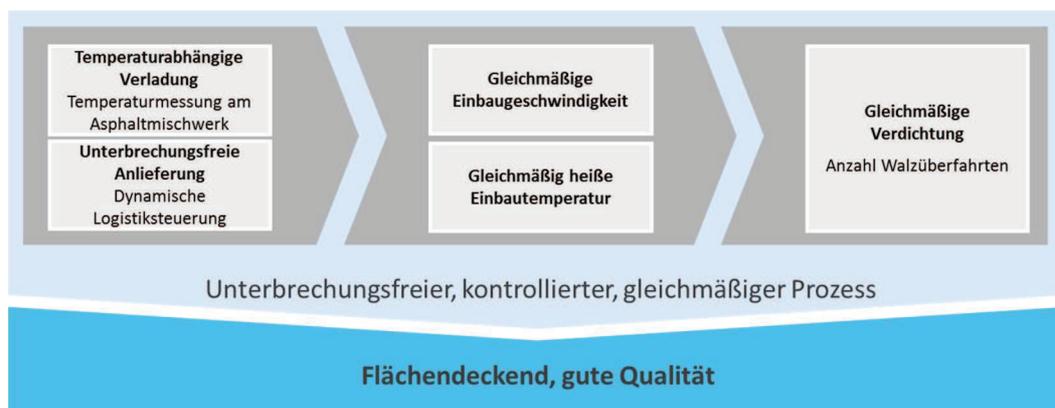


Abbildung 6: Gleichmäßige Prozessbedingungen führen zu guter Qualität

Aufbauend auf einer hergestellten planparallelen Unterlage (s. o.) kann beim Asphalteinbau mit konstanter Dicke eingebaut werden. Zur Reduzierung kurzweiliger Unebenheiten sollte eine Ausgleichssteuerung (z. B. BigSki) eingesetzt werden.

Vorteil der gleichmäßigen Prozessbedingungen (vgl. Abbildung 6) ist eine gleichmäßig gute Herstellungsqualität. Somit werden Baumängel reduziert und die Erhaltungsintervalle vergrößert.



Ein wesentlicher Systembaustein von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 ist das **Qualitätscontrolling**. Dieses stellt sicher, dass Einbauqualitäten bereits während des Einbaus erfasst werden und bei Abweichungen zeitnah reagiert werden kann.

Bereits bei der Ausschreibung ist ein Qualitätsmanagement-Plan von den Bietern zu fordern, der die in der Ausschreibung geforderten Elemente zum Qualitätscontrolling enthält und vor Beginn der Arbeiten dem AG vorgelegt werden muss. Von besonderem Interesse sind dabei Aussagen zu den folgenden Aspekten:

- ⇒ Einbautemperatur,
- ⇒ Einbaugeschwindigkeit,
- ⇒ Schichtdicke sowie
- ⇒ Verdichtung.

Eine genaue Beschreibung der Controllingmethoden ist im Kapitel 4.4 enthalten.



Abbildung 7: Troxlersondenmessung

Mit dem Online-Bauprozess-Controlling der Baufirma können die wesentlichen Qualitäten bereits beim Einbauprozess erfasst werden, so dass auf Abweichungen reagiert werden kann. Diese zeitnahe Reaktion noch während des Einbauprozesses verringert Abweichungen von der geforderten Qualität. Ebenfalls wird der Verwaltungsaufwand für die Mängelfeststellung, -behebung und die Mängelbeseitigungskosten erheblich reduziert.



Für die Überwachung der dynamischen Logistiksteuerung, der Fertigersteuerung und dem Qualitätscontrolling ist seitens der Baufirma ein Prozessmanager einzusetzen. Die digital verfügbaren Daten können über eine **mobile Vernetzung** auf Tablets oder Smartphones dargestellt werden.



Abbildung 8: Prozessmanager und Bauüberwachung

Auf diese Daten kann ebenfalls die örtliche Bauleitung zurückgreifen, so dass auch eine mobile Übersicht über die wesentlichen Prozesse und Qualitäten online möglich ist.

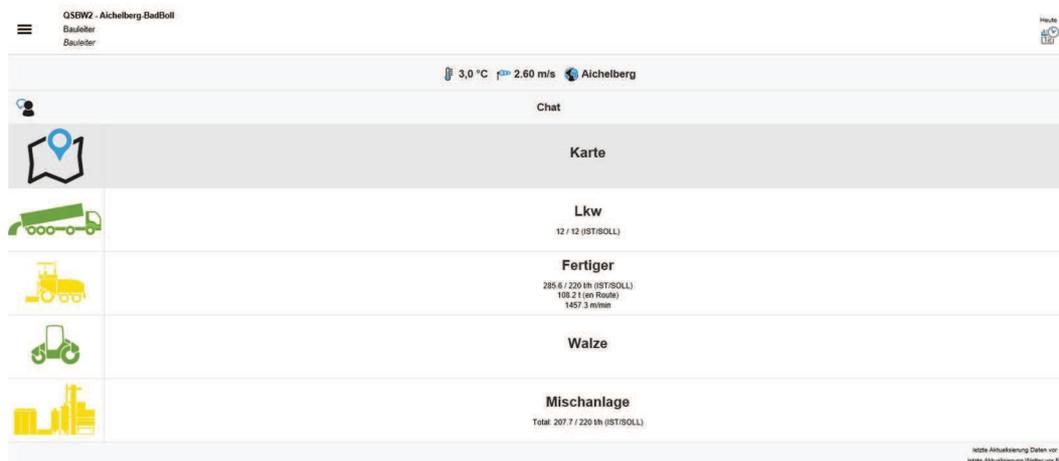


Abbildung 9: Darstellungsbeispiel Dashboard

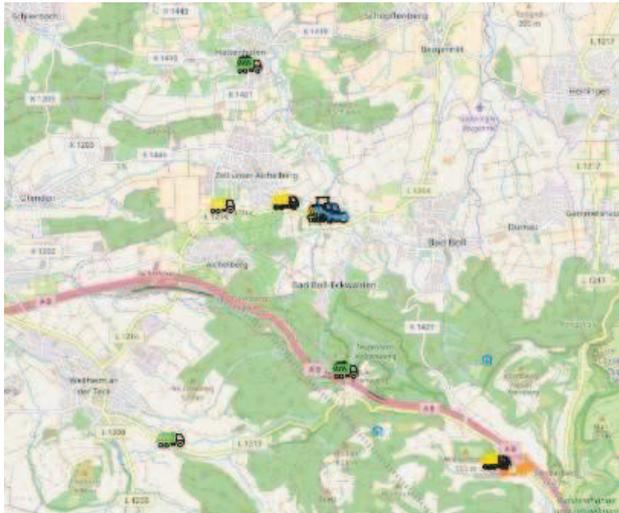


Abbildung 10: Darstellungsbeispiel Lieferlogistik

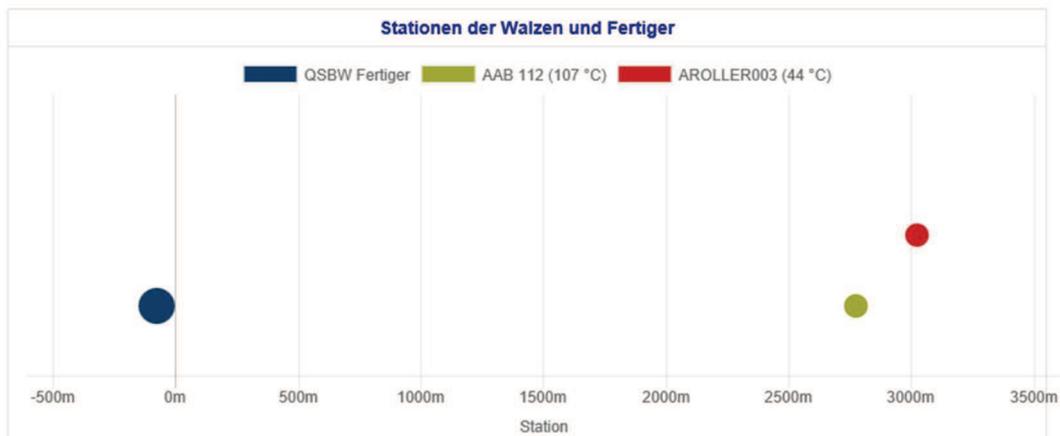


Abbildung 11: Darstellungsbeispiel Stationierung der Walzen und Fertiger

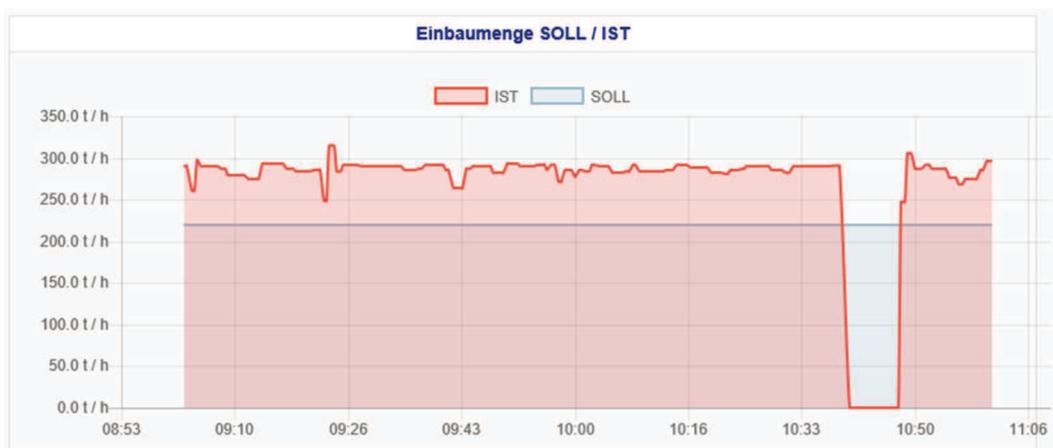


Abbildung 12: Darstellungsbeispiel Einbaumenge

Mit mobilen Darstellungen auf Tablets oder Smartphones können die wesentlichen Prozesse und Qualitäten in einem Dashboard (Oberfläche zur Darstellung von Informationen) dargestellt und vom Prozessmanager und von der Bauüberwachung beobachtet werden. Abweichungen können somit rechtzeitig erkannt und Gegensteuerungsmaßnahmen frühzeitig ergriffen werden.

**3 Bestandserfassung und Planung**

Der Ablauf der Bestandserfassung und Planung gliedert sich in die Schritte der untenstehenden Abbildung, die in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden.



Abbildung 13: Ablauf Bestandserfassung und Planung bei QSBW 4.0

Für die o. g. Schritte ist vorgesehen, dass von den Regierungspräsidien Leistungsabrufe über Rahmenverträge durchgeführt werden können. Diese werden in Kapitel 5 näher beschrieben.

**3.1 Bestandserfassung**

Die Bestandserfassung und –beurteilung ist eine zentrale Aufgabenstellung zur Bestimmung des Sanierungsumfangs und der Sanierungsmethoden. Neben den klassischen Verfahren mit i. d. R. punktuellen Bestandserfassungen liegt der Schwerpunkt bei Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 auf einer ergänzenden, möglichst flächendeckenden Erfassung.

**Grundlage** der Bestandserfassung bleibt das aus der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) entwickelte **Erhaltungsmanagement** für die Straßenbauverwaltung in Baden-Württemberg. Hieraus werden die zu erhaltenden Abschnitte zunächst identifiziert.

Neben der Erfassung der bestehenden Straßenkonstruktion sind für den Einsatz von Maschinensteuerung und mobiler Vernetzung die in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten, weiteren Untersuchungen erforderlich.

Nr.	Prüfung	Methoden	Beurteilung
1	Vermessungstechnische Erfassung Straßenoberfläche	Hochauflösender Straßenscan Erfassung Zwangspunkte Einrichtung Passpunkte	Querneigungen, Längsneigungen, Verformungen
2	Bestehender Fahrbahnaufbau	Georadar, Bohrkerne, evtl. Rammsondierung	Schichtdicken, technischer Zustand der Schichten, Altlasten
3	Abdeckung der Ortung über Satelliten (GPS)	Streckenbefahrung mit Smartphone-App	Möglichst durchgängige Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von Satelliten
4	Datenempfang über Mobilfunk oder Festnetz	Messgeräte oder Smartphone-App	Punktuelle Verfügbarkeit und Stärke des Datenempfangs auf der Baustelle, so dass ein Baustellen-WLAN-Netz hergestellt werden kann.

Tabelle 1: Bestandserfassung

Die einzelnen Erfassungsmethoden werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

### 3.1.1 Vermessungstechnische Erfassung Straßenoberfläche

Mit einer vermessungstechnischen Erfassung der bestehenden Straßenoberfläche mit einem Straßenscan wird eine Datengrundlage geschaffen, mit der eine Auswertung der bestehenden Quer- und Längsneigungen flächendeckend möglich ist und Verformungen valide beurteilt werden können. Die Messwerte sind mit den Toleranzen der gängigen Vorschriften, u. a. Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL), abzugleichen.

Bei der Auswertung der Straßenscans an den Untersuchungsstrecken werden insbesondere Abweichungen der Querneigung von den Mindestwerten der RAL festgestellt.

Zusätzlich zum Straßenscan ist eine herkömmliche geodätische Erfassung der Zwangspunkte (z. B. Anschlüsse, Bauwerke, Entwässerungseinrichtungen) samt Aufnahme eines Passpunktfeldes (ca. 100 - 150 m) erforderlich, da sämtliche Daten als Basis für die Planung des Fräshorizontes verwendet werden. Beim Straßenscan sind die gesamte Breite der asphaltierten Fläche sowie die Übergangsbereiche der Anschlüsse zu erfassen. Die Auflösung der Punktwolke sollte mindestens 2 cm betragen bei einer inneren Genauigkeit von mindestens +/- 5 mm. Maßgeblich ist die Homogenität der Punktwolke.

Der Straßenscan ist vor der Ziehung der Bohrkerne durchzuführen, um bei Auffälligkeiten Zusatzbohrungen rechtzeitig veranlassen zu können.

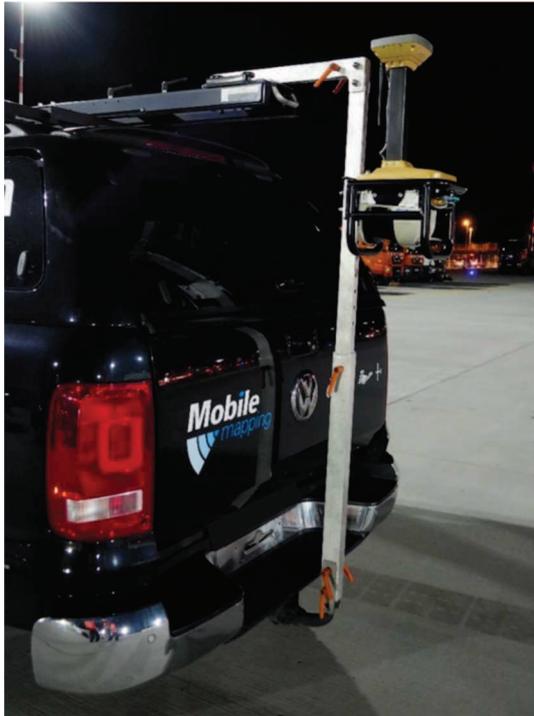


Abbildung 14: Beispiel Straßenscan

**Praxistipp:** Vor dem Straßenscan sollten von der Straßenmeisterei das Bankett abgemäht und die Fahrbahnränder freilegt werden, damit auch die Fahrbahnränder vom Scan erfasst werden können.

Die vermessungstechnische Erfassung und die Auswertung der Daten erfolgen durch die Regierungspräsidien. Es ist vorgesehen, dass für die vermessungstechnische Erfassung und die Aufbereitung der Vermessungsdaten ein Rahmenvertrag abgeschlossen wird, so dass die Regierungspräsidien die Leistungen direkt ohne gesonderte Ausschreibung oder Angebotseinholung abrufen können.

### 3.1.2 Erfassung bestehender Fahrbahnaufbau

Zur Herstellung des zur künftigen Oberfläche planparallelen Fräshorizonts ist es erforderlich, den Schichtenaufbau und die Schichtgrenzen flächendeckend zu erfassen. Hierzu ist eine kombinierte Erfassung aus Georadar und Bohrkernen erforderlich.

Die **Georadarerfassung** erfolgt je Messlinie i. d. R. auf einer Breite von ca. 30 cm. Es ist mindestens jeder Fahrstreifen durch eine Messlinie zu erfassen. Sollte ein über den Querschnitt ungleichmäßiger Aufbau sichtbar oder bekannt sein, sind weitere Messlinien festzulegen.

Somit ergeben sich folgende Anforderungen an die Georadarerfassung:

- Mindestens eine Messlinie je Fahrstreifen
- in Spurmitte außerhalb von Spurrinnen messen
- präzise Positionserfassung z. B. über Real-Time Kinematic (RTK)
- Raster der Georadarauswertung mindestens 5 m in Fahrtrichtung mit Positionsangabe

Die vorhandenen Daten der ZEB-Befahrung können hierfür genutzt werden, ggf. ist eine erneute Auswertung der Daten mit geringerem Raster (s. o.) erforderlich.

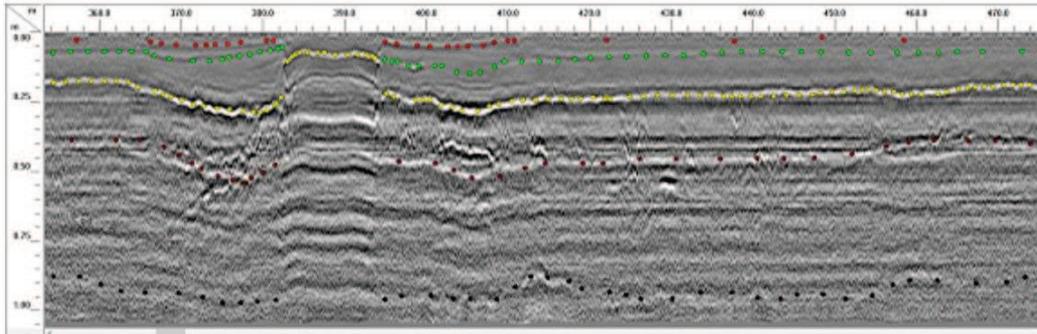


Abbildung 15: Georadarmessung Aichelberg - Bad Boll

Nach einer ersten Sichtung der Georadarmesswerte wird die Lage der Kalibrierungsbohrkerne sowie evtl. weiterer Bohrkerne zur Aufklärung der Schichtenlagen festgelegt. Zur klaren Zuordnung ist es empfehlenswert, dass die Bohrkerne auf den Messlinien des Georadars liegen.

Somit ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Bohrkerne:

- Festlegung der Lage nach erster Sichtung Georadarmesswerte
- möglichst auf den Messlinien des Georadars
- Positionserfassung der Bohrkerne erforderlich

Mit der Analyse der Bohrkerne und der Georadarmesswerte sind folgende Beurteilungen und Ableitungen zu treffen:

- in welchem technischen Zustand sich die angetroffenen Schichten befinden,
- ob diese Schichten im zukünftigen Aufbau verbleiben können,
- welche Schichtdicken im Streckenverlauf voraussichtlich vorliegen
- ob die auszubauenden Materialien wiederverwertet werden können sowie
- ob Altlasten vorliegen.

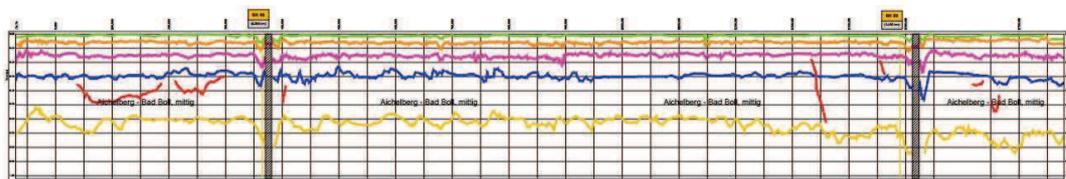


Abbildung 16: Bohrkernentnahme Aichelberg - Bad Boll

Falls Belastungen (**Altlasten**) vorliegen, ist es zur weiteren Eingrenzung des Sanierungsumfangs erforderlich, weitere Materialproben zu ziehen. Die Kenntnis des Umfangs der belasteten Schichten ist maßgeblich für eine konkrete Massenabschätzung und eine belastbare Kostenschätzung.

Zur Bestimmung der Dicke des **frostsicheren Oberbaus** sind evtl. Rammsondierungen geeignet. Ergänzend kann die Beschaffenheit des bestehenden Unterbaus/Untergrundes evtl. durch Rammkernsondierungen beurteilt werden.

Die Erfassung des bestehenden Fahrbahnaufbaus und die Auswertung der Daten erfolgen durch die Regierungspräsidien. Es ist vorgesehen, dass für die Erfassung des bestehenden Fahrbahnaufbaus, die dafür zugehörige Verkehrssicherung und die Aufbereitung der Erkundungsergebnisse ein Rahmenvertrag abgeschlossen werden kann, so dass die Regierungspräsidien die Leistungen direkt ohne gesonderte Ausschreibung oder Angebotseinholung abrufen können.

### **3.1.3 Abdeckung der Ortung über Satelliten (GPS)**

Als wesentlicher Baustein der dynamischen Lieferlogistik ist eine kontinuierliche Positionsbestimmung des Fertigers über die gesamte Erhaltungsstrecke erforderlich. Gleiches gilt für das auf den Walzen einzusetzende Dokumentationssystem zur flächendeckenden Verdichtungskontrolle (FdVc). Diese Positionserfassung erfolgt über globale Navigationssatellitensysteme (GNSS) wie das Global Positioning Systems (GPS), Galileo oder/und das Global Navigation Satellite System (GLONASS). Als Anhaltspunkt für eine ausreichend genaue Positionsbestimmung kann ein Signal von mindestens 6 aktiven Satelliten durchgängig dienen.

Für die Erfassung der auf der Erhaltungsstrecke verfügbaren aktiven Satelliten können in einem ersten Schritt Smartphone-Apps, wie z. B. „GPS Test“, eingesetzt werden.

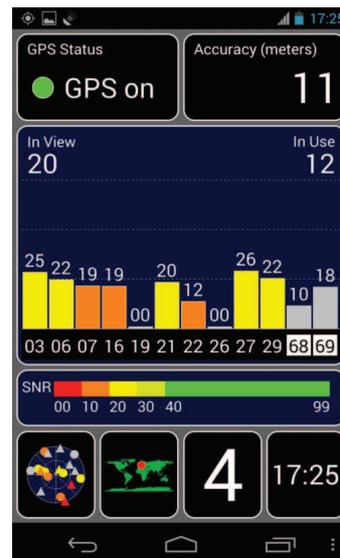


Abbildung 17:  
Satellitenverfügbarkeit

Sollte keine ausreichende Satellitenanzahl zur Verfügung stehen, hat dies Auswirkungen auf die weitere Planung (siehe hierzu Ziffer 3.2).

**Praxistipp:** Die Erfassung der verfügbaren Satelliten sollte möglichst dann erfolgen, wenn die Bäume belaubt sind, da es hier zu einer Abschattung kommen kann. Ein besonderes Augenmerk ist auch auf Bereiche in der Nähe von Brücken oder tieferen Geländeeinschnitten zu legen.

Die Erhebung der verfügbaren Satellitenanzahl ist von den Baureferaten der Regierungspräsidien im Zuge der örtlichen Begehung der Erhaltungsstrecke durchzuführen. Sollten keine geeigneten Geräte vorhanden sein, so kann diese Leistung im Zuge der Rahmenverträge beauftragt werden.

### **3.1.4 Datenempfang über Mobilfunk oder Festnetz**

Für die Vernetzung der Maschinen ist ein ausreichender Datenempfang sicherzustellen. Hierfür ist durch die Baufirma ein Baustellen-WLAN aufzubauen und an einer geeigneten Stelle über Mobilfunk oder Festnetz anzuschließen.

Im Zuge der örtlichen Begehung der Erhaltungsstrecke ist von den Baureferaten der Regierungspräsidien eine ausreichende mobile Datenverfügbarkeit oder Festnetzverfügbarkeit für die o. g. WLAN-Anbindung zu prüfen.

Die mobile Datenverfügbarkeit kann durch die Verwendung von Smartphone-Apps erfolgen. Hierbei werden die Datenmengen ermittelt, welche das mobile Endgerät in einer Sekunde (Mbps) senden und empfangen kann. Außerdem wird die zur Verfügung stehende Netzqualität dargestellt. Die Messungen sind jeweils separat für die unterschiedlichen Mobilfunknetze Vodafone, T-Mobile und O2 vorzunehmen. Allerdings ist die Mobilfunkstärke abhängig von der aktuellen Nutzung des Netzes. Ebenfalls kann es vorkommen, dass die Mobilfunkmasten der Netzanbieter nach deren Ermessen ein- oder ausgeschaltet werden.

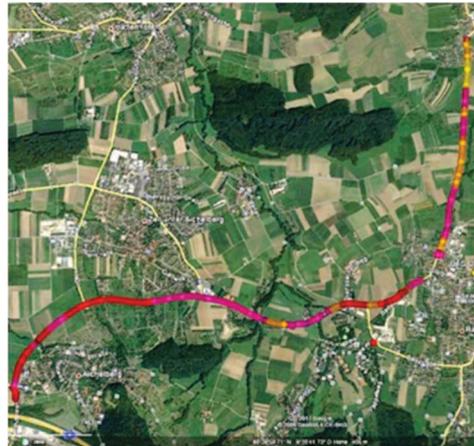


Abbildung 18: Mobilfunkstärke

Es ist daher empfehlenswert, an einer Stelle den Datenempfang von mehreren Mobilfunkbetreibern zu erhalten oder eine Möglichkeit des Festnetzanschlusses (z. B. über bestehende Schaltschränke der Netzbetreiber) zu gewährleisten. Sollten keine geeigneten Geräte vorhanden sein, so kann diese Leistung im Zuge der Rahmenverträge beauftragt werden.

### 3.2 Festlegung Erhaltungsumfang

Mit Hilfe der Bestandserfassung (vgl. Kapitel 3.1) sind Abschnitte mit gleichem oder ähnlichem Aufbau zu bilden (vgl. u. a. RPE-Stra). Je Abschnitt ist der Zustand zu beurteilen und festzulegen, welche Schichten verbleiben können. Aus den Bohrkernen und den Georadauswertungen sowie eventuell erhobenen Rammsondierungen kann der Aufbau und die Dicke der verbleibenden Schichten ermittelt werden. Ferner kann ermittelt werden, ob und in welchen Schichten Altlasten vorliegen und wie diese wiederverwertet werden können.

Die Festlegung des Erhaltungsumfangs stellt eine der Kernkompetenzen der Straßenbauverwaltung dar und ist daher von den Regierungspräsidien durchzuführen.

### 3.3 Bemessung Oberbau

Eine Bemessung des Oberbaus ist bei allen Erneuerungsmaßnahmen erforderlich. Hingegen kann bei einer Instandsetzung der Deckschicht auf eine Bemessung verzichtet werden.

Bei einer Oberbaubemessung ist mit Hilfe der bestehenden Regelwerke (u. a. RStO) unter Berücksichtigung der Belastungsklasse und der Frostsicherheit eine Dimensionierung des Oberbaus durchzuführen. Die erforderlichen Aufbaudicken sind unter Beachtung u. a. der erforderlichen Gesamtdicke je Abschnitt festzulegen.

### **3.4 Planung Deckenbücher und Massen**

Eine Planung der Deckenbücher ist bei allen Erneuerungsmaßnahmen erforderlich. Hingegen kann bei einer Instandsetzung der Deckschicht auf eine solche Planung verzichtet werden, da hierfür ein Fräsen und Einbau der Deckschicht nach Stärke ausreichend ist.

Für Erneuerungsmaßnahmen ist mit den definierten Aufbaudicken die künftige Fahrbahnoberfläche zu planen. Hierbei sind zur Einhaltung der Quer- und Längsneigungen die geltenden Richtlinien (u. a. RAL) zu beachten.

Im nächsten Schritt ist ein Aufbauhorizont zu definieren, der möglichst planparallel zur künftigen Fahrbahnoberfläche verläuft. Hierbei ist auf eine Mindestdicke verbleibender Schichten sowie auf sonstige Zwangspunkte zu achten. Dieser Aufbauhorizont wird für die 3D-Frässteuerung verwendet.

Damit die auszubauenden Schichten möglichst sortenrein weiterverwertet oder entsorgt werden können, sind ggf. Zwischenhorizonte für den Ausbau von Schichten gleicher Zusammensetzung (u. a. Altlasten) herzustellen.

Zur Gewährleistung einer wirtschaftlichen Ausführung sind gegebenenfalls mehrere Varianten z. B. Kombinationen von Hoch- und Tiefeinbau zu entwickeln und gegenüberzustellen.

Ergebnis der Planung der Deckenbücher sind:

- ⇒ die künftige Fahrbahnoberfläche,
- ⇒ der Aufbauhorizont,
- ⇒ ggf. Zwischenhorizonte sowie
- ⇒ die Horizonte der einzubauenden Schichten.

Ferner sind lokale Schadstellen der Asphalttragschicht und/oder mindertragfähige Bereiche festzustellen und in das Sanierungskonzept zu integrieren. Hierbei ist der Umfang der einzelnen Schadstellen zu ermitteln, um festlegen zu können, ob der Einsatz der Systemkomponenten des Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 möglich ist.

Abschließend sind auf der Basis der erstellten Deckenbücher die Massen der aus- und einzubauenden Schichten als Grundlage für die Erstellung des Leistungsverzeichnisses zu ermitteln.

Die Planung der Deckenbücher und der Massen erfolgen durch die Regierungspräsidien. Es ist jedoch vorgesehen, dass für diese Leistungen ein Rahmenvertrag abgeschlossen werden kann, so dass die Regierungspräsidien die Leistungen direkt ohne gesonderte Ausschreibung oder Angebotseinholung abrufen können.

## **4 Bauleistungen und Baucontrolling**

Für die Beschreibung der Bauleistungen werden den Regierungspräsidien separat Muster für die Leistungsbeschreibung und das Leistungsverzeichnis zur Verfügung gestellt.

Nachfolgend werden die Voraussetzungen für die Maschinensteuerung und das Baucontrolling beschrieben.

### **4.1 Fräsen mit variabler Tiefe**

Grundlage für die Fräsarbeiten sind vom AG vorgegebene Deckenbücher für die Fräshorizonte und die Fräsmassen. Ziel ist es, einen zur künftigen Decke planparallelen Aufbauhorizont herzustellen, auf dem mit konstanter Stärke aufgebaut werden kann.

Aus den vorgegebenen Deckenbüchern sind 3D-Fräsmodelle durch den Auftragnehmer zu erstellen.

Das profilgerechte Fräsen ist mit einer 3D-Frässteuerung durchzuführen. Es kann ein Steuerungssystem nach Wahl des Auftragnehmers eingesetzt werden.

Das bestehende Festpunktfeld ist nach Erfordernis des eingesetzten Systems durch den Auftragnehmer zu verdichten.

### **4.2 Maschinensteuerung Fertiger**

Der Asphalteinbau erfolgt in Schichten mit konstanter Dicke. Es soll eine Ebenheit mit einer maximalen Toleranz von 3 mm innerhalb einer 4 m langen Messstrecke erreicht werden. Daher ist eine geeignete Ausgleichsteuerung am Fertiger einzusetzen. Der Einsatz der Steuerungstechnik erfolgt nach Wahl des Auftragnehmers.

### **4.3 Maschinensteuerung Walzen**

Ziel ist es, eine möglichst gleichmäßige und ausreichende Verdichtung der Asphaltsschichten zu erreichen. Hierfür sind die Walzen mit folgenden Systemen auszustatten:

- ⇒ Echtzeit-Anzeige der noch erforderlichen verdichtungsrelevanten Überrollungen
- ⇒ Automatische Steuerung der einzubringenden Verdichtungsenergie auf Basis einer flächendeckenden Verdichtungskontrolle (FDVK)

Mit der Echtzeit-Anzeige der noch erforderlichen verdichtungsrelevanten Überrollungen soll den Walzenfahrern eine Übersicht gegeben werden, auf welchen Flächen eine weitere Verdichtung erforderlich ist.

Die automatische Steuerung der einzubringenden Verdichtungsenergie soll ein gezieltes Einbringen von Verdichtungsenergie ermöglichen und eine Überverdichtung verhindern.

Alle Walzensysteme sind mit einer Echtzeitortung auszustatten und über ein Baustellenmanagementsystem miteinander zu vernetzen. Der Datenaustausch zwischen den Walzen muss in Echtzeit erfolgen.

#### **4.4 Qualitätsmanagementplan**

Das Qualitätscontrolling ist durch den Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung durchzuführen. Über die Anforderungen der Eigenüberwachung nach ZTV-Asphalt-StB hinaus hat er einen Qualitätsmanagementplan aufzustellen und einen Qualitätsbeauftragten zu benennen. Im Qualitätsmanagementplan sind das Qualitätscontrolling, das Logistik- und Einbaukonzept und die Dokumentation zu beschreiben.

Das Qualitätscontrolling hat mindestens die folgenden Elemente zu behandeln, die in den nachfolgenden Kapiteln hinsichtlich der Anforderungen näher beschrieben werden:

- ⇒ Einbautemperatur,
- ⇒ Einbaugeschwindigkeit,
- ⇒ Schichtdicke sowie
- ⇒ Verdichtung.

##### **4.4.1 Logistik- und Einbaukonzept**

Der Auftragnehmer hat ein Logistik- und Einbaukonzept für den Asphalteinbau aufzustellen. Dieses umfasst mindestens Aussagen zu den folgenden Aspekten:

- ⇒ geplante Tageseinbaumenge,
- ⇒ Lieferwerke, einschl. eventueller Ersatzanlage,
- ⇒ maximale und geplante Mischleistung,
- ⇒ vorhandene und geplante Inanspruchnahme der Silokapazität,
- ⇒ geplante Einbaugeschwindigkeit,
- ⇒ geplante Einbaurichtung,
- ⇒ erforderliche Logistikflächen,
- ⇒ geplante Umlaufzeiten sowie
- ⇒ Anzahl Fahrzeuge, Maschinen und Geräte.

**4.4.2 Eigenüberwachung und Dokumentation Verlade- und Einbautemperatur**

Die Einbautemperatur ist von entscheidender Bedeutung für die Bauqualität. Die Einhaltung der nach den ZTV Asphalt-StB geforderten Anliefertemperaturen ist zwingende Voraussetzung für eine ausreichende und gleichmäßige Verdichtung. Im Rahmen von QSBW4.0 ist folgende Eigenüberwachung der Verlade- und Einbautemperatur durchzuführen.

Eine Mindestverladetemperatur an der Mischanlage ist anhand der voraussichtlichen Fahrdauer und der durchschnittlichen Abkühlung (z. B.  $-6\text{ °C/h}$ ) festzulegen. Hierbei ist eine Anliefertemperatur zu berücksichtigen, die um mindestens  $10\text{ °C}$  über der Mindesteinbautemperatur der ZTV Asphalt-StB liegt, um einen Puffer für mögliche Fahrzeitverlängerungen zu schaffen.

Die tatsächliche Verladetemperatur ist per Temperaturmessung bei jeder Fuhre noch auf der Mischanlage zu erfassen, so dass sichergestellt ist, dass die Mindestverladetemperatur eingehalten ist. Optimaler Weise wird dies mit einer digitalen Messung im Verladestrom durchgeführt. Andernfalls ist eine Temperaturmessung in der Lkw-Mulde durchzuführen.

Je Fuhre wird die gemessene Temperatur festgehalten. Über typische Abkühlkurven in Abhängigkeit von der Fahrdauer ist eine voraussichtliche Anliefertemperatur zu ermitteln. Unterschreitet diese Temperatur die um  $10\text{ °C}$  erhöhte Mindesttemperatur der ZTV Asphalt-StB oder ist die Fahrdauer länger als angenommen, ist die tatsächliche Anliefertemperatur auf der Baustelle durch erneute Temperaturmessung in der Lkw-Mulde zu überprüfen. Liegt sie über der erhöhten Mindesttemperatur der ZTV Asphalt-StB, ist keine weitere Temperaturmessung auf der Baustelle erforderlich.

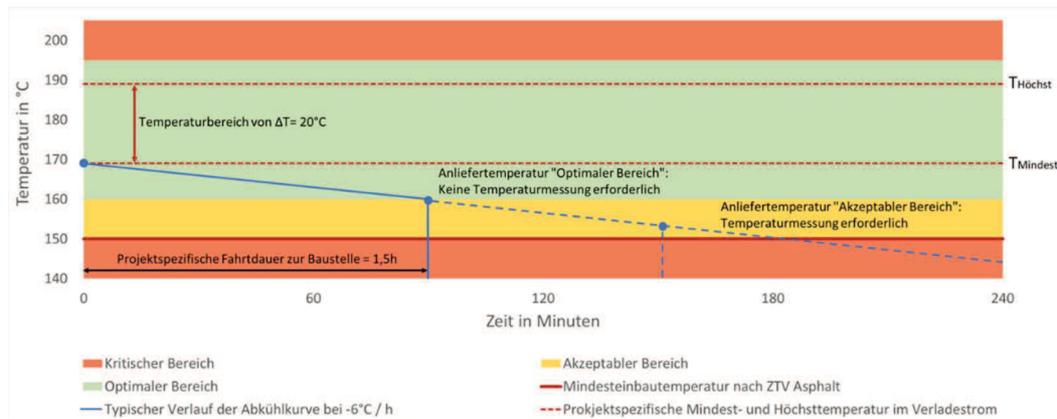


Abbildung 19: Einbautemperaturgrenze und Temperaturmessbereich

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass bereits auf der Asphaltmischanlage festgestellt werden kann, ob eine ausreichend heiße Anliefertemperatur am Fertiger mit der prognostizierten Fahrdauer erreicht werden kann. Ferner wird es i. d. R. nicht erforderlich sein, die Temperatur auf der Baustelle nachzumessen. Somit kann der Abladeprozess am Fertiger ohne Verzögerung durchgeführt werden.

Da eine möglichst gleichmäßige Asphalttemperatur für die Vor- und die Hauptverdichtungsprozesse und deren Überwachung entscheidend sind, ist eine möglichst gleichmäßige Verladetemperatur von großem Vorteil für die Prozessqualität. Es ist daher neben der o. g. Mindestverladetemperatur ein Temperaturbereich von 20 °C festzulegen, der bei der Verladung eingehalten werden muss.

Beim Einsatz von mehreren Asphaltmischanlagen muss die Mischtemperatur der Asphaltmischanlage entsprechend der verschiedenen Fahrzeiten angepasst werden, so dass eine ähnliche Anliefertemperatur auch von verschiedenen Asphaltmischanlagen gewährleistet wird.

Zur Plausibilisierung der tatsächlichen Einbautemperaturen ist eine Temperaturerfassung mit der Thermokamera unmittelbar hinter der Bohle durchzuführen. Die erfassten Daten sind in einem Heat-Diagramm über die Einbaustrecke darzustellen.

#### 4.4.3 Eigenüberwachung Einbaugeschwindigkeit

Mit dem dynamischen Logistiksystem soll ein unterbrechungsfreier Einbauprozess realisiert werden und Fertigerstops mit den negativen Auswirkungen u. a. auf die Ebenheit der Asphaltdeckschichten vermieden werden. Insbesondere mit einer dynamischen Geschwindigkeitsempfehlung für den Fertiger kann im Sinne von Industrie 4.0 auf mögliche Schwankungen der Lkw-Fahrdauer, z. B. bei Staus, reagiert werden.

Der unterbrechungsfreie Einbauprozess ist mit einem Geschwindigkeits-Weg-Diagramm mit ergänzten Stillstandsdauern zu dokumentieren.

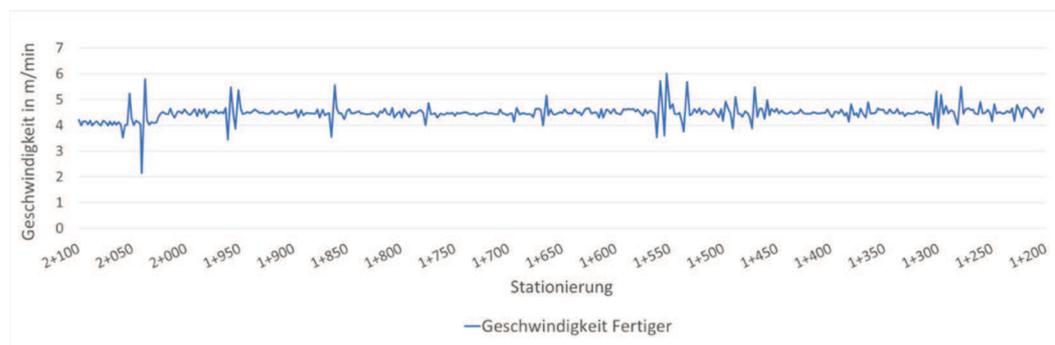


Abbildung 20: Fertigereinbaugeschwindigkeit

#### 4.4.4 Eigenüberwachung Schichtdicke

Für die Belastbarkeit und Dauerhaftigkeit der Asphaltschicht ist die Einhaltung der Schichtdicke nach den ZTV Asphalt-StB von entscheidender Bedeutung. Vor Einbaustart ist entsprechend Qualitätsmanagement ein Messfeld für die Schichtdickenmessung mit definiertem Stationierungsraster festzulegen. An den Messpunkten dieses Messfeldes sind sowohl die Schichtdicken direkt hinter der Bohle als auch die Schichtdicken nach der abgeschlossenen Verdichtung zu messen.

Der Prozess ist mit einer Bohleneinstellung nach Erfahrungswerten zu starten. Sobald ein erstes Messfeld nach einer abgeschlossenen Verdichtung zur Verfügung steht, ist die Schichtdicke z. B. mit Hilfe von elektromagnetischen Schichtdickenmessverfahren an den

definierten Stationen zu verifizieren. Ist eine Korrektur des Vorhaltemaßes erforderlich, muss in der Folge erneut eine Kontrolle der Schichtdicke durchgeführt werden.

Die gemessenen Schichtdicken je Einbauschicht sind in einem Schichtdicken-Weg-Diagramm darzustellen.

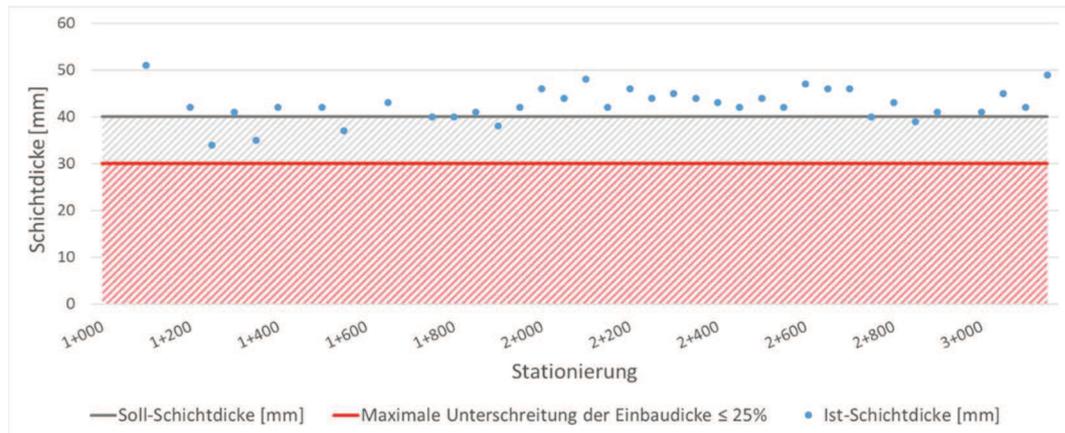


Abbildung 21: Schichtdickenmessung Aichelberg - Bad Boll

#### **4.4.5 Eigenüberwachung Verdichtung**

Die Langlebigkeit der Asphaltsschichten wird entscheidend von der Einbringung der erforderlichen Verdichtungsenergie beeinflusst. Daher ist es erforderlich, eine möglichst gleichmäßige, ausreichende Verdichtung zu gewährleisten. Dies ist mit folgendem Verfahren sicherzustellen:

Die Anzahl der erforderlichen verdichtungsrelevanten Walzüberrollungen wird zu Beginn des Verdichtungsprozesses an einer definierten Station an mindestens zwei Messpunkten mit Hilfe radiometrischer Sonden ermittelt. Die erforderliche Anzahl von verdichtungsrelevanten Walzüberrollungen ist in das Anzeigesystem der Walzen zu übernehmen.

An einer weiteren Station ist erneut mit Hilfe radiometrischer Sonden zu überprüfen, ob mit der definierten und durchgeführten Anzahl von verdichtungsrelevanten Überrollungen die erforderliche Verdichtung tatsächlich erreicht wurde. Bei Abweichung sind analog weitere Messungen durchzuführen.

Die Messwerte der radiometrischen Messung sind zusammen mit der festgelegten Mindestanzahl von verdichtungsrelevanten Überrollungen stationsgenau zu erfassen und zu dokumentieren.

#### **4.5 Anforderungen an mobile Vernetzung**

Zur Absicherung des mobilen Datenempfangs ist entlang der gesamten Asphaltsteinbau- strecke ein WLAN bereitzustellen. Ein zuverlässig verfügbares Datenvolumen ist sicherzustellen.

Für die Überwachung der dynamischen Logistiksteuerung, der Fertigersteuerung und dem Qualitätscontrolling ist seitens der Baufirma ein Prozessmanager einzusetzen. Die digital

## Handbuch Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

### QSBW 4.0

verfügbaren Daten sind über eine mobile Vernetzung auf Tablets oder Smartphones darzustellen. Dies umfasst mindestens:

- eine Dashboard-Darstellung zur Übersicht über alle folgenden Teilprozesse,
- eine Kartendarstellung mit Echtzeitanzeige der Mischanlage, aller Lkw, der Fertiger und der Walzen,
- eine Ansicht über die in Echtzeit berechnete Ankunftszeit je Lkw-Fuhre am Fertiger sowie über die geplanten Beladezeiten am Mischwerk sowie
- eine Ansicht über die Ist- und Soll-Einbaumenge über die Zeit.

Die Geräte sind dem AG zur Verfügung zu stellen und es hat eine Einweisung auf den Geräten zu erfolgen. Für den Auftraggeber ist eine Zugriffsberechtigung einzurichten.

**5 Ausschreibung**

Die Einführung von QSBW 4.0 soll in drei Realisierungsstufen erfolgen. In 2018 und 2019 werden erste Maßnahmen in den jeweiligen Regierungspräsidien durchgeführt. Hierfür werden für die erforderlichen Leistungen herkömmlich Einzelvergaben durchgeführt.

Für die Durchführung der Bestandserfassung, der Planungs- und Bauleistungen ist geplant, dass die Regierungspräsidien ab Realisierungsstufe 2 auf Rahmenverträge zurückgreifen können (vgl. Abbildung 22). Die Festlegung des Erhaltungsumfangs verbleibt in der Durchführungsverantwortung der Regierungspräsidien.

Leistungen	Stufe 1 2018/2019	Stufe 2 2020	Stufe 3 Ab 2021
Bestandserfassung	Einzelvergabe	Abruf über Rahmenverträge	
Festlegung Erhaltungsumfang	Wird durch Baureferate erbracht, da Kernkompetenz bei der Straßenbauverwaltung liegt		
Bemessung Oberbau	Durch Baureferate oder Einzelvergabe	Durch Baureferate oder Abruf über Rahmenverträge	Abruf über Rahmenverträge
Planung Deckenbücher, Massen, Aufstellung LV + LB			
Bauleistungen	Einzelvergabe je Projekt	Abruf über Rahmenverträge	

Abbildung 22: Übersicht Ausschreibungen und Leistungsabrufe

Ab Realisierungsstufe 3 kann eine Bündelung der Rahmenverträge zur Beschleunigung der Planungs- und Bauleistungen vorgenommen werden, ggf. unter Nutzung von Pauschalierungen.

## 6 Bauüberwachung

Der Schwerpunkt der Bauüberwachung des Auftraggebers sollte auf einer gezielten Begleitung der Prozessqualität liegen.

Die Bauüberwachung sollte den Prozessbeginn zur Herstellung der zur künftigen Asphaltdeckschicht **planparallelen Schicht** begleiten, die unter Anwendung von 3D-Steuerungen hergestellt wird. Da alle weiteren Schichten mit konstanter Dicke eingebaut werden, ist die Bauqualität bei diesem Schritt besonders wichtig.

Für die Begleitung des Asphalteinbaus erhält die Bauüberwachung des Auftraggebers einen Zugang in die **mobile Vernetzung** und die entsprechenden Geräte vom Auftragnehmer um somit die Logistik und den Einbau auf mobilen Geräten zu verfolgen.

Zusätzlich sollten die definierten **Qualitäts-Kriterien** insbesondere zu Prozessbeginn stichprobenartig begleitet werden. Dies bedeutet im Einzelnen:

- ⇒ Kontrolle der in der Asphaltmischanlage gemessenen Temperaturen und prognostizierten Anlieferemperaturen
- ⇒ Kontrolle der Temperaturnachmessung bei Anlieferung, sollte die prognostizierte Temperatur im definierten Temperaturbereich liegen
- ⇒ Kontrolle der Dokumentation bei Fertigerstops; ggf. Plausibilisierung der Gründe der Fertigerstops mit Hilfe der mobilen Geräte
- ⇒ Kontrolle der Dokumentation zur Schichtdickenmessung auf Einhaltung der ZTV-Asphalt-StB; ggf. Nachkontrolle bei Änderungen der Bohlensteuerung
- ⇒ Kontrolle bei der Messung und Festlegung der Anzahl der verdichtungsrelevanten Überfahren

Die Ebenheit kann nach dem Asphalteinbau der Deckschicht mit einem Planographen oder durch einen Straßenscan erfolgen.

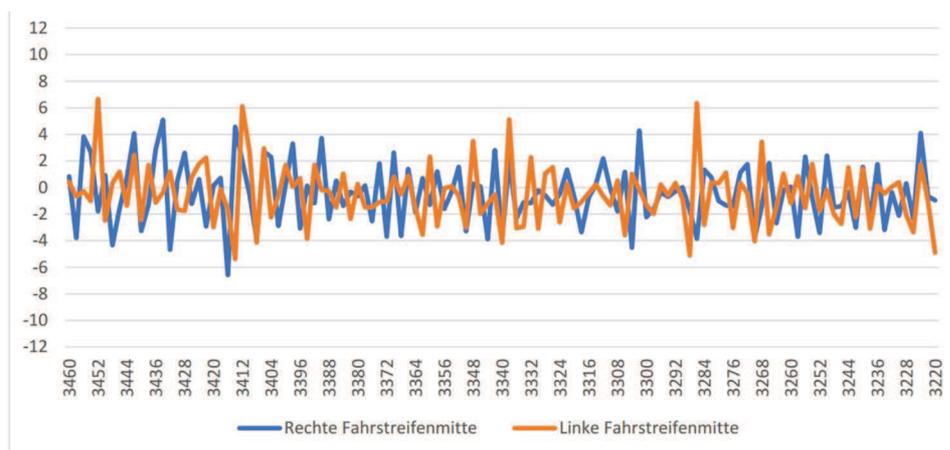


Abbildung 23: Ebenheitsauswertung Straßenscan

**Praxishinweis:** Die Ebenheitsmessungen und -auswertungen sind in die Bauplanung einzubeziehen.

## **7 Abrechnung und Abschluss**

Die Abrechnung der Bauleistung erfolgt mit den bisherigen Abrechnungsmethoden. Zur Plausibilisierung der vom Auftragnehmer gelieferten Abrechnungsdaten können die Daten des eigenüberwachten Qualitätscontrollings als auch die Daten der vom Auftraggeber durchgeführten Ebenheitsmessungen herangezogen werden. Dies umfasst z. B.:

- ⇒ Tonnagen der Asphaltanlieferung können neben den digitalen Lieferscheinen auch aus dem mobilen Zugriff am Einbautag entnommen werden.
- ⇒ Die gebauten Schichtdicken können über die Schichtdickenmessungen plausibilisiert werden.
- ⇒ Für die Fertigerstops steht die ausgewertete Online-Erfassung zur Verfügung.
- ⇒ Die realisierte Ebenheit kann über die Auswertungen der Ebenheitsmessungen mit dem Planographen oder dem Straßenscan überprüft werden.
- ⇒ Die gleichmäßige und ausreichende Verdichtung kann über die ausgewerteten Überfahrten plausibilisiert werden.

Die Längs- und Querebenen jeder eingebauten Asphaltschicht sind mit einem anschließenden Straßenscan flächendeckend auszuwerten und nachzuweisen. Die so erhaltenen Daten sollten von den Regierungspräsidien digital archiviert werden.

Für die Abschlussdokumentation sind die Daten der tatsächlich verbauten Asphaltschichten über die gesamte Fläche erforderlich. Ziel ist es, die ausgewertete Dokumentation der Daten des Straßenscans nach jeder Einbauschiicht zu erhalten, so dass die Schichtgrenzen und das eingebaute Asphaltmischgut vorliegen. Ergänzend können auch die Daten des Qualitätscontrollings dokumentiert werden. Voraussetzung für eine Auswertung ist, dass diese Daten mit Stationierung und Netzknotenbezug geliefert werden.



Abbildung 24: Baustelle Bad Boll - Aichelberg

## **8 Stufenplan und Ausblick**

Die beschriebenen Bausteine für den Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 sollen weiter erprobt und in den Folgejahren verbindlich für die Erhaltungsmaßnahmen umgesetzt werden. Hierzu wurde ein **Stufenplan** mit folgenden Umsetzungsschritten entwickelt:

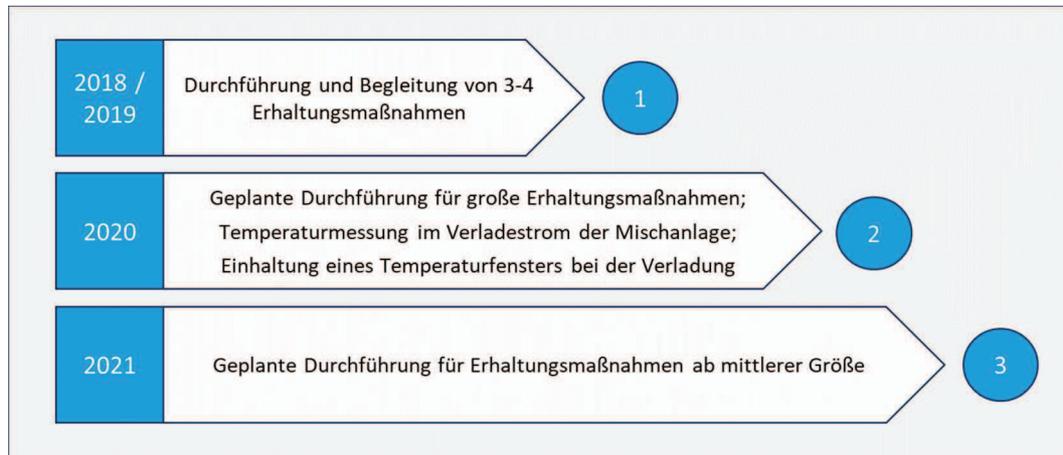


Abbildung 25: Stufenplan Einführung QSBW 4.0-Technologien

Im ersten Umsetzungsschritt werden weitere Erhaltungsmaßnahmen in 2018/2019 mit den QSBW-Bausteinen durchgeführt. Es sollen Vorschläge für Prozessverbesserungen der beteiligten Baufirmen und Straßenbaureferate einfließen und erprobt werden. Die Vorbereitung, Umsetzung und Qualitätsauswertungen werden begleitet und hinsichtlich der Weiterverfolgung bewertet. Die Erfahrungen fließen in eine Überarbeitung des vorliegenden Handbuchs ein.

Im zweiten Umsetzungsschritt ist eine Einführung der QSBW-Technologien für Erhaltungsmaßnahmen größer 18.000 m<sup>2</sup> in 2020 vorgesehen. Für diese Maßnahmen größeren Umfangs ist ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis vorhanden, um neue Technologien und Prozesse einzusetzen. Verbunden ist dies mit einer verpflichtenden Einführung der digitalen Temperaturmessung im Verladestrom der Mischanlage sowie der Einhaltung eines Temperaturfensters bei der Verladung.

Aufbauend auf den eingeführten Technologien und Prozessen ist im dritten Umsetzungsschritt ein flächendeckender Einsatz von QSBW4.0-Technologien ab 2021 bei Erhaltungsmaßnahmen und bei Neu-, Um- und Ausbaumaßnahmen größer 6.000 m<sup>2</sup> geplant.

Bei Neu-, Um- und Ausbaumaßnahmen kommen die QSBW4.0-Technologien in gleicher Art und Weise wie bei Erhaltungsmaßnahmen zum Einsatz, es wird jedoch bei der Bestandserkundung und der Planung auf die vorhandene Ausführungsplanung zurückgegriffen und diese ggf. auf die Anforderungen von QSBW4.0 angepasst.



Abbildung 26: Asphalteinbau Bad Boll - Aichelberg

Die Industrie 4.0-Anwendungen sowie die Steuerungssoftware-Anwendungen haben in den letzten Jahren große Entwicklungssprünge vollzogen. Dies ist auch in den kommenden Jahren zu erwarten. Daher werden in den nächsten Jahren weitere realisierbare Steuerungs- und Industrie 4.0-Technologien verfügbar sein, so dass weitere Umsetzungsschritte konkretisiert und verfolgt werden können.

**Bildnachweis**

Abbildung 1: Hauptkomponenten QSBW4.0.....	1
Abbildung 2: Erprobungsstrecken QSBW 4.0.....	3
Abbildung 3: Systemkomponenten QSBW 4.0.....	4
Abbildung 4: Schadensbild .....	4
Abbildung 5: Fräsen mit variabler Tiefe .....	5
Abbildung 6: Gleichmäßige Prozessbedingungen führen zu guter Qualität .....	6
Abbildung 7: Troxlersondenmessung.....	7
Abbildung 8: Prozessmanager und Bauüberwachung .....	8
Abbildung 9: Darstellungsbeispiel Dashboard .....	8
Abbildung 10: Darstellungsbeispiel Lieferlogistik .....	9
Abbildung 11: Darstellungsbeispiel Stationierung der Walzen und Fertiger .....	9
Abbildung 12: Darstellungsbeispiel Einbaumenge.....	9
Abbildung 13: Ablauf Bestandserfassung und Planung bei QSBW 4.0.....	10
Abbildung 14: Beispiel Straßenscan .....	12
Abbildung 15: Georadarmessung Aichelberg - Bad Boll .....	13
Abbildung 16: Bohrkernentnahme Aichelberg - Bad Boll .....	13
Abbildung 17: Satellitenverfügbarkeit .....	14
Abbildung 18: Mobilfunkstärke .....	15
Abbildung 19: Einbautemperaturgrenze und Temperaturmessbereich .....	19
Abbildung 20: Fertigereinbaugeschwindigkeit.....	20
Abbildung 21: Schichtdickenmessung Aichelberg - Bad Boll.....	21
Abbildung 22: Übersicht Ausschreibungen und Leistungsabrufe .....	23
Abbildung 23: Ebenheitsauswertung Straßenscan .....	24
Abbildung 24: Baustelle Bad Boll - Aichelberg .....	25
Abbildung 25: Stufenplan Einführung QSBW 4.0-Technologien .....	26
Abbildung 26: Asphalteinbau Bad Boll - Aichelberg.....	27



## **QUALITÄTS-STRASSENBAU BADEN-WÜRTTEMBERG 4.0**

**HÖHERE PROZESS-  
UND QUALITÄTSSICHERHEIT**

**DYNAMISCHE  
LOGISTIKSTEUERUNG**

**UNTERBRECHUNGSFREIER,  
STEUERBARER, GLEICHMÄSSIGER  
HERSTELLUNGSPROZESS**

**FLÄCHENDECKEND GUTE QUALITÄT**

**INNOVATIV**

**WENIGER  
BAUSTELLEN**

**WIRTSCHAFTLICHERER EINSATZ  
DER HAUSHALTMITTEL**

**LÄNGERER LEBENSZYKLUS  
DER ASPHALTSCHICHTEN**

**Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**  
**Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0**

**Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

**Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0**



**Version 1.0**  
Stand Oktober 2018

# Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

## Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

### Vorwort

Im Handbuch Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 (QSBW4.0) werden Anlass und Ziele sowie die Systemkomponenten beschrieben. Ferner werden die Bestandserfassung, die Planung, die Anforderungen an das Qualitätscontrolling sowie die Ausschreibung und Bauüberwachung erläutert.

Die vorliegende Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0 verstehen sich als ergänzende Unterlage zum o.g. Handbuch und beschreibt die für QSBW4.0 erforderlichen zusätzlichen Anforderungen an eine Straßenerhaltungsmaßnahme.

Die Maßnahmen der für QSBW4.0 erforderlichen Bestandserfassung und ggf. der Planung sind in der Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0 nicht enthalten. Die Muster beziehen sich nur auf die Baumaßnahmen.

Die folgenden Abschnitte sind auf den Regelfall einer Erneuerung von Binder und Decke ausgelegt. Sollten zusätzlich Tragschichten erneuert werden, sind die Abschnitte sinnvoll anzupassen.

Die Muster-Baubeschreibung ist in die Baubeschreibung unter Abschnitt „1.6 Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0“ als eigener Abschnitt zu integrieren.

In der **Auftragsbekanntmachung** ist bereits darauf hinzuweisen, dass es sich um eine Baumaßnahme unter Anwendung von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 (QSBW4.0) handelt.

## **1.6 Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

### **1.6.1 Vorbemerkung**

Nachfolgend werden Anlass und Ziele sowie die Systemkomponenten Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 beschrieben. Ferner werden die Anforderungen an das Qualitätscontrolling erläutert.

### **1.6.2 Einführung in die Systemkomponenten von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 adressiert insbesondere eine Verbesserung der Prozessqualität beim Asphalteinbau. Wie auch bereits in der stationären Industrie erfolgreich realisiert, führt eine hohe Prozessqualität mit regelmäßiger Prozessüberwachung zu einer hohen Produktqualität. Daher ist ein wesentlicher Baustein von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 eine Verstetigung des Einbauprozesses durch eine dynamische Logistiksteuerung sowie die Einführung eines Qualitäts-Controllings.

Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 besteht aus den folgenden Systemkomponenten:



Abbildung 1: Systemkomponenten QSBW 4.0

Ein wesentlicher Baustein für den kontinuierlichen Einbau ist eine **dynamische Logistiksteuerung**, die in der Lage ist,

- ⇒ die Beladungszeitpunkte an der Asphaltmischanlage je nach Fertigergeschwindigkeit und Lkw-Fahrtdauer zu bestimmen
- ⇒ die Ankunftszeiten der Lkw am Fertiger verlässlich zu prognostizieren und dem Fertigerfahrer anzuzeigen
- ⇒ bei Fahrzeitverlängerungen der Mischguttransporte, z.B. durch Staus, rechtzeitig Empfehlungen für die Veränderung der Fertigergeschwindigkeit zu geben

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

### Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

Vorteil einer dynamischen Logistiksteuerung ist die Gewährleistung eines unterbrechungsfreien Einbaus und somit ein Vermeiden von Fertigerstops mit allen negativen Folgen insbesondere hinsichtlich Längslebenheit und Verdichtbarkeit.

Ziel ist es darüber hinaus, mit der Logistiksteuerung eine gleichmäßige Fertigergeschwindigkeit, zu erreichen, so dass die Vorverdichtung durch die Fertigerbohle und die nachfolgende Verdichtung der Walzen ähnliche Produktionsbedingungen haben. Dies ist Voraussetzung für das Qualitätscontrolling, z.B. die erforderliche Anzahl der Walzübergänge (s.u.).

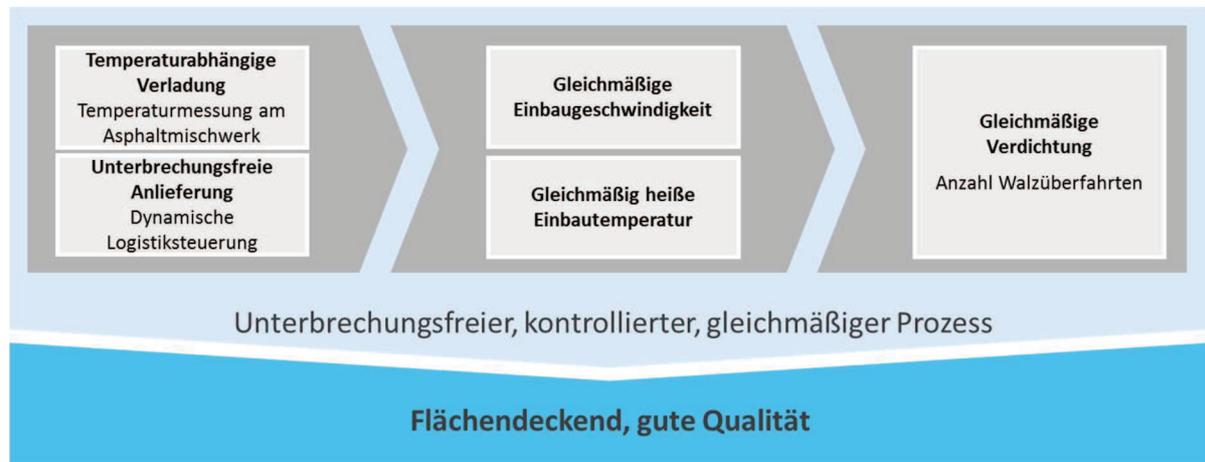


Abbildung 2: Gleichmäßige Prozessbedingungen führen zu guter Qualität

Gegenüber der üblichen Vorgehensweise bei einer Erhaltungsmaßnahme ist bei QSBW 4.0 eine konkrete Planung der aus- und einzubauenden Schichten mit Deckenbüchern erfolgt. Zur Herstellung einer zur künftigen Oberfläche planparallelen Unterlage ist ein Fräsen mit variabler Tiefe erforderlich. Hierfür ist eine geeignete **Maschinensteuerung** einzusetzen.

Grundprinzip von QSBW 4.0 ist der Asphalteinbau von Schichten mit konstanter Schichtdicke. Über ein Fräsen mit variabler Tiefe wird ein ebener Aufbauhorizont hergestellt, auf dem mit konstanter Schichtdicke aufgebaut werden kann. Zur Reduzierung kurzweiliger Unebenheiten ist eine Ausgleichsteuerung (z.B. BigSki) einzusetzen.

Mit einem Asphalteinbau mit konstanter Schichtdicke kann ein gleichmäßiger und kontrollierbarer Einbau- und Verdichtungsprozess durchgeführt werden.



Ein wesentlicher Systembaustein von Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 ist das **Qualitätscontrolling**. Dieses stellt sicher, dass Einbauqualitäten bereits während des Einbaus erfasst werden und bei Abweichungen zeitnah reagiert werden kann.

Es ist ein Qualitätsmanagementplan aufzusetzen, der folgende Elemente zum Qualitätscontrolling enthält und vor Beginn der Arbeiten dem AG vorgelegt werden muss. Von besonderem Interesse sind dabei Aussagen zu den folgenden Aspekten:

- ⇒ Einbautemperatur,
- ⇒ Einbaugeschwindigkeit,

# Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

## Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

- ⇒ Schichtdicke sowie
- ⇒ Verdichtung

Mit dem Online-Bauprozess-Controlling können die wesentlichen Qualitäten bereits beim Einbauprozess erfasst werden, so dass auf Abweichungen reagiert werden kann. Diese zeitnahe Reaktion noch während des Einbauprozesses verringert Abweichungen von der geforderten Qualität. Ebenfalls wird der Verwaltungsaufwand für die Mängelfeststellung, -behebung und die Mängelbeseitigungskosten erheblich reduziert.



Für die Überwachung der dynamischen Logistiksteuerung, der Fertigersteuerung und dem Qualitätscontrolling ist seitens der Baufirma ein Prozessmanager einzusetzen. Die digital verfügbaren Daten sind über eine **mobile Vernetzung**, z. B. auf Tablets oder Smartphones, darzustellen.

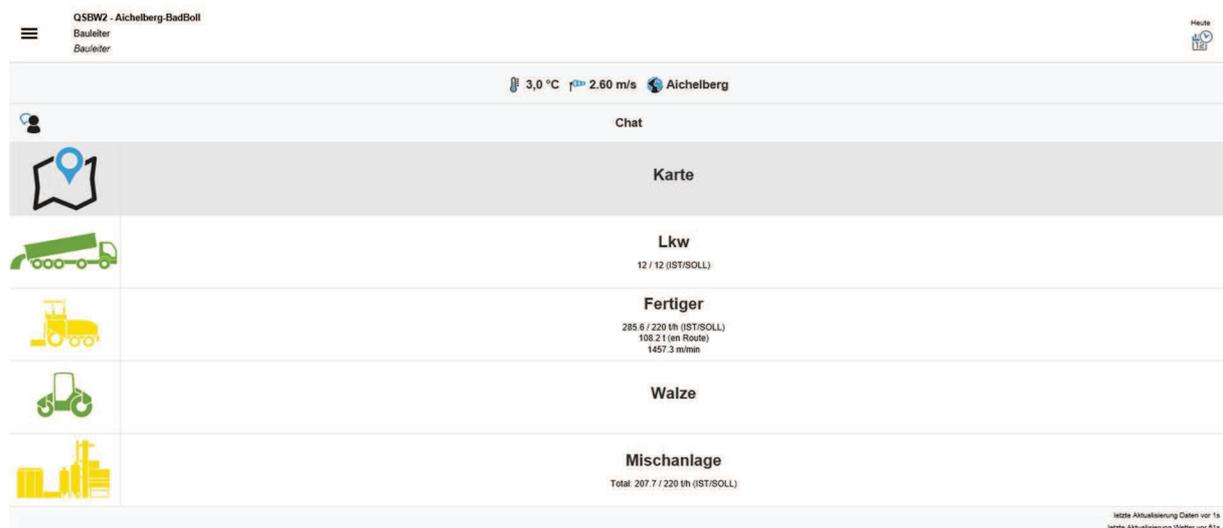


Abbildung 3: Darstellungsbeispiel Dashboard

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0 Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

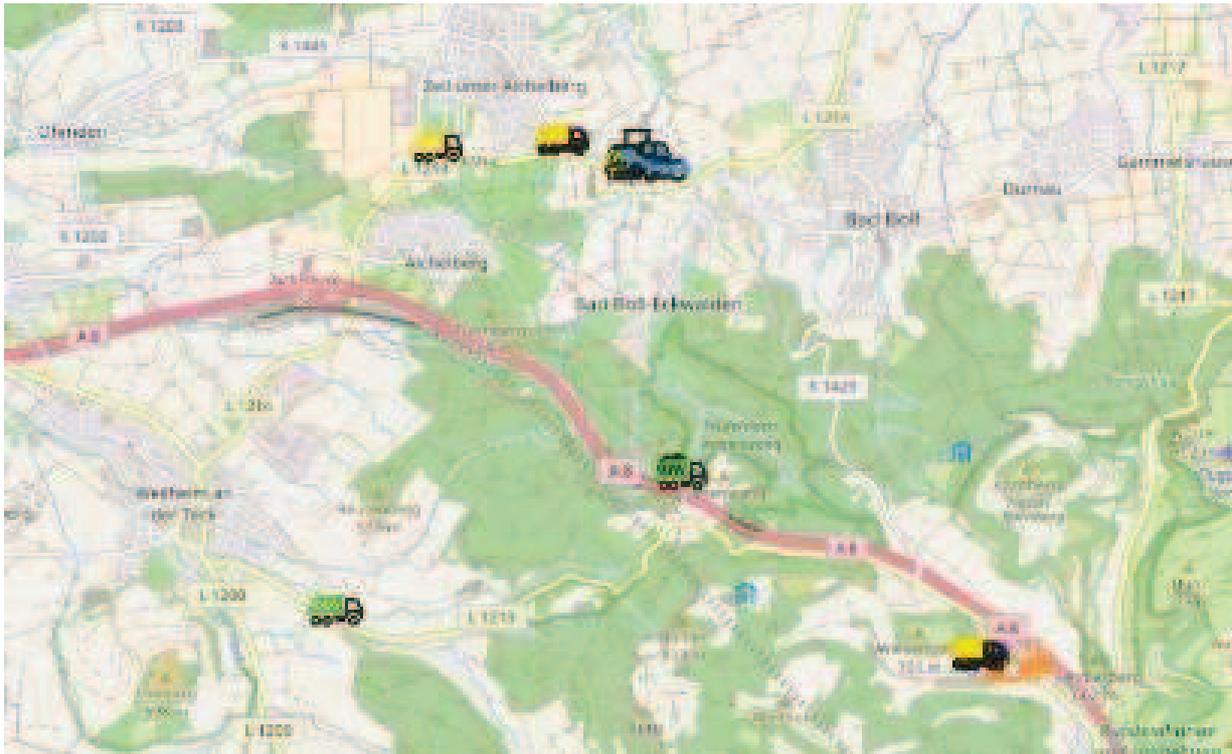


Abbildung 4: Darstellungsbeispiel Lieferlogistik

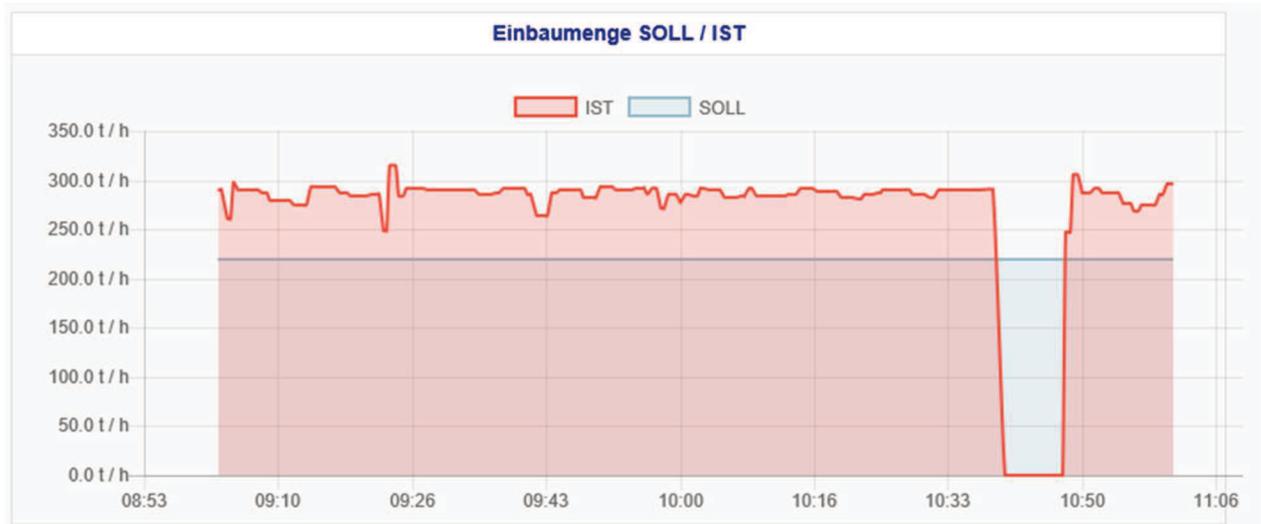


Abbildung 5: Darstellungsbeispiel Einbaumenge

Mit mobilen Darstellungen auf Tablets oder Smartphones können die wesentlichen Prozesse und Qualitäten in einem Dashboard (Oberfläche zur Darstellung von Informationen) dargestellt und vom Prozessmanager und von der Bauüberwachung beobachtet werden. Abweichungen können somit rechtzeitig erkannt und Gegensteuerungsmaßnahmen frühzeitig ergriffen werden.

### **1.6.3 Anforderungen an die dynamische Logistiksteuerung und Maschinensteuerung**

#### **1.6.3.1 Fräsen mit variabler Tiefe**

Grundlage für die Fräsarbeiten sind vom AG vorgegebene Deckenbücher für die Fräshorizonte und die Fräsmassen. Ziel ist es, einen zur künftigen Decke planparallelen Aufbauhorizont herzustellen, auf dem mit konstanter Stärke aufgebaut werden kann.

Aus den vorgegebenen Deckenbüchern sind 3-D-Fräsmodelle durch den AN zu erstellen.

Das profilgerechte Fräsen ist mit einer 3-D-Frässteuerung durchzuführen. Es kann ein Steuerungssystem nach Wahl des AN eingesetzt werden.

Das bestehende Festpunktfeld ist nach Erfordernis des eingesetzten Systems durch den AN zu verdichten.

**Hinweis für ausschreibende Stelle: Es sind die folgenden zwei Fälle zu unterscheiden:**

#### **Fall 1: Fräshorizont liegt oberhalb OK bituminöse Tragschicht**

Das Fräsen der Asphaltdeck- und -binderschicht erfolgt mit einer 3-D-Frässteuerung mit variabler Tiefe in einem Fräsvorgang. Es steht dem AN frei Deck- sowie Binderschicht separat voneinander in mehreren Fräsvorgängen zu fräsen. Die Kosten hierfür sind in die entsprechenden EP einzukalkulieren, das Fräsen wird nur einmal vergütet.

#### **Fall 2: Fräshorizont liegt in der bituminösen Tragschicht**

Das Fräsen ist in zwei Schritten vorzunehmen, damit ein sortenreines Fräsen erreicht werden kann.

Schritt 1: Fräsen Asphaltdeckschicht und Asphaltbinderschicht entlang der Schichtgrenze zur bituminösen Tragschicht. Es steht dem AN frei Deck- sowie Binderschicht separat voneinander in mehreren Fräsvorgängen zu fräsen. Die Kosten hierfür sind in die entsprechenden EP einzukalkulieren, das Fräsen wird nur einmal vergütet.

Schritt 2: Fräsen der bituminösen Tragschicht mit einer 3-D-Frässteuerung mit variabler Tiefe. Das Ausbaumaterial ist ein Materialgemisch aus Asphalttrag- und Asphaltbinderschicht.

**Hinweis für ausschreibende Stelle: ggf. sind die Fräspositionen aus dem Standardleistungskatalog hinsichtlich der Frästiefe anzupassen.**

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

### Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

#### 1.6.3.2 Dynamische Logistiksteuerung

Ziel der dynamischen Logistiksteuerung ist es, eine unterbrechungsfreie, möglichst konstante Fertiger-geschwindigkeit zu erreichen, so dass die Vorverdichtung durch die Fertigerbohle und die nachfol-gende Verdichtung der Walzen ähnliche Produktionsbedingungen haben.

Die **dynamische Logistiksteuerung** hat daher die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- ⇒ Anzeige der Beladungszeitpunkte an der Asphaltmischanlage in Abhängigkeit der Fertigerge-schwindigkeit und der Lkw-Fahrtdauer,
- ⇒ Verlässliche Prognose der Ankunftszeiten der Lkw am Fertiger und Anzeige beim Fertigerfah-  
rer,
- ⇒ Rechtzeitige und vorausschauende Empfehlung zur Veränderung der Fertiger-geschwindigkeit  
bei Fahrzeitverlängerungen der Mischguttransporte, z.B. durch Staus,
- ⇒ Die Transportfahrzeuge und der Fertiger sind in Echtzeit zu orten,
- ⇒ Das Wiegesystem der Mischanlagen ist digital anzubinden,
- ⇒ Automatisiertes Erkennen der Arbeitsstadien des Fertigers (z.B. Umsetzen, Rangieren, Einbau  
usw.),
- ⇒ Automatisiertes Erkennen der Arbeitsstadien der LKW (z.B. An-& Abdocken, Fahren, Beladen,  
Warten, Pausieren usw.),
- ⇒ Fortlaufende „Neuplanung“ des Logistikprozesses,
- ⇒ Schnittstellen zu vorgelagerten Systemen (z.B. GPS-Positionierung Fertiger, Einbaubreiten-  
messung am Fertiger, Digitale Lieferscheine usw.) sowie
- ⇒ Automatische Detektion nicht plausibler Arbeitsstadien und Messwerte sowie deren automati-  
sche Korrektur.

Es sind mindestens folgende digitale Daten je Fuhre bereitzustellen:

- ⇒ Kennzeichen,
- ⇒ Tonnage,
- ⇒ Mischgutsorte sowie
- ⇒ Ist-Verladezeit.

Das System muss alle wesentlichen Informationen in einem Dashboard ebenfalls z.B. über Smartpho-  
nes und Tablets anzeigen können. Ein Zugang in die mobile Vernetzung und die entsprechenden Ge-  
räte sind vom Auftragnehmer hierfür dem AG zur Verfügung zu stellen.

## **Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

### **Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0**

#### **1.6.3.3 Maschinensteuerung Fertiger**

Der Asphalteinbau erfolgt wie oben beschrieben in Schichten mit konstanter Dicke. Es soll eine Ebenheit mit einer maximalen Toleranz von 3 mm innerhalb einer 4 m langen Messstrecke erreicht werden. Daher ist eine geeignete Ausgleichsteuerung am Fertiger einzusetzen. Der Einsatz der Steuerungstechnik erfolgt nach Wahl des AN.

#### **1.6.3.4 Maschinensteuerung Walzen**

Ziel ist es, eine möglichst gleichmäßige und ausreichende Verdichtung der Asphaltsschichten zu erreichen. Hierfür sind die Walzen mit folgenden Systemen auszustatten:

- ⇒ Echtzeit-Anzeige der noch erforderlichen verdichtungsrelevanten Überrollungen
- ⇒ Automatische Steuerung der einzubringenden Verdichtungsenergie auf Basis einer flächendeckenden Verdichtungskontrolle (FDVK)

Mit der Echtzeit-Anzeige der noch erforderlichen verdichtungsrelevanten Überrollungen soll den Walzenfahrern eine Übersicht gegeben werden, auf welche Flächen eine weitere Verdichtung erforderlich ist.

Die automatische Steuerung der einzubringenden Verdichtungsenergie soll ein gezieltes Einbringen von Verdichtungsenergie ermöglichen und eine Überverdichtung verhindern.

Alle Walzensysteme sind mit einer Echtzeitortung auszustatten und über ein Baustellenmanagementsystem miteinander zu vernetzen. Der Datenaustausch zwischen den Walzen muss in Echtzeit erfolgen.

#### **1.6.3.5 Anforderungen an das Qualitätsmanagement und die Logistik- und Einbauplanung**

##### **1.6.3.5.1 Qualitätsmanagementplan**

Das Qualitätscontrolling ist durch den Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung durchzuführen. Über die Anforderungen der Eigenüberwachung nach ZTV Asphalt-StB hinaus hat er einen Qualitätsmanagementplan aufzustellen und einen Qualitätsbeauftragten zu benennen. Im Qualitätsmanagementplan sind das Qualitätscontrolling, das Logistik- und Einbaukonzept und die Dokumentation zu beschreiben.

Das Qualitätscontrolling hat mindestens die folgenden Elemente zu behandeln, die in den nachfolgenden Kapiteln hinsichtlich der Anforderungen näher beschrieben werden:

- ⇒ Einbautemperatur,
- ⇒ Einbaugeschwindigkeit,
- ⇒ Schichtdicke sowie
- ⇒ Verdichtung.

## **Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

### **Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0**

#### **1.6.3.5.2 Logistik- und Einbaukonzept**

Der AN hat ein Logistik- und Einbaukonzept für den Asphalteinbau aufzustellen. Dieses umfasst mindestens:

- ⇒ Geplante Tageseinbaumenge,
- ⇒ Lieferwerke, einschl. eventueller Ersatzanlage,
- ⇒ Maximale und geplante Mischleistung,
- ⇒ Vorhandene und geplante Inanspruchnahme der Silokapazität,
- ⇒ Geplante Einbaugeschwindigkeit,
- ⇒ Geplante Einbaurichtung,
- ⇒ Erforderliche Logistikflächen,
- ⇒ Geplante Umlaufzeiten sowie
- ⇒ Anzahl Fahrzeuge, Maschinen und Geräte.

Der Qualitätsmanagementplan und das Logistik- und Einbaukonzept sind dem AG spätestens zwei Wochen vor Start Asphalteinbau zu übergeben.

#### **1.6.3.6 Eigenüberwachung und Dokumentation Verlade- und Einbautemperatur**

Die Einbautemperatur ist von entscheidender Bedeutung für die Bauqualität. Die Einhaltung der nach den ZTV Asphalt-StB geforderten Anliefertemperaturen ist zwingende Voraussetzung für eine ausreichende und gleichmäßige Verdichtung. Im Rahmen von QSBW4.0 ist folgende Eigenüberwachung der Verlade- und Einbautemperatur durchzuführen.

Eine Mindestverladetemperatur an der Mischanlage ist anhand der voraussichtlichen Fahrdauer und der durchschnittlichen Abkühlung (z.B.  $-6\text{ °C/h}$ ) festzulegen. Hierbei ist eine Anliefertemperatur zu berücksichtigen, die um mindestens  $10\text{ °C}$  über der Mindesteinbautemperatur der ZTV Asphalt-StB liegt, um einen Puffer für mögliche Fahrtzeitverlängerungen zu schaffen.

Die tatsächliche Verladetemperatur ist per Temperaturmessung bei jeder Fuhre noch auf der Mischanlage zu erfassen, so dass sichergestellt ist, dass die Mindestverladetemperatur eingehalten ist. Optimaler Weise wird dies mit einer digitalen Messung im Verladestrom durchgeführt. Andernfalls ist eine Temperaturmessung in der Lkw-Mulde durchzuführen.

Je Fuhre wird die gemessene Temperatur festgehalten. Über typische Abkühlkurven in Abhängigkeit von der Fahrdauer ist eine voraussichtliche Anliefertemperatur zu ermitteln. Unterschreitet diese Temperatur die um  $10\text{ °C}$  erhöhte Mindesttemperatur der ZTV Asphalt-StB oder ist die Fahrdauer länger als angenommen, ist die tatsächliche Anliefertemperatur auf der Baustelle durch erneute Temperaturmessung in der Lkw-Mulde zu überprüfen. Liegt sie über der erhöhten Mindesttemperatur der ZTV Asphalt-StB, ist keine weitere Temperaturmessung auf der Baustelle erforderlich.

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

### Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

Alle gemessenen Temperaturen und die Fahrdauern mit heißem Asphaltmischgut sind für jede Fuhre zu dokumentieren und tabellarisch als Excel-Datei dem AG zu übergeben:

- ⇒ Fuhre-Nr.,
- ⇒ Kennzeichen,
- ⇒ Tonnage,
- ⇒ Gemessene-Verladetemperatur,
- ⇒ Geplante Fahrdauer,
- ⇒ Geplante Temperatur bei Ankunft auf der Baustelle,
- ⇒ Tatsächliche Fahrdauer sowie
- ⇒ Ggf. nachgemessene Temperatur auf der Baustelle.

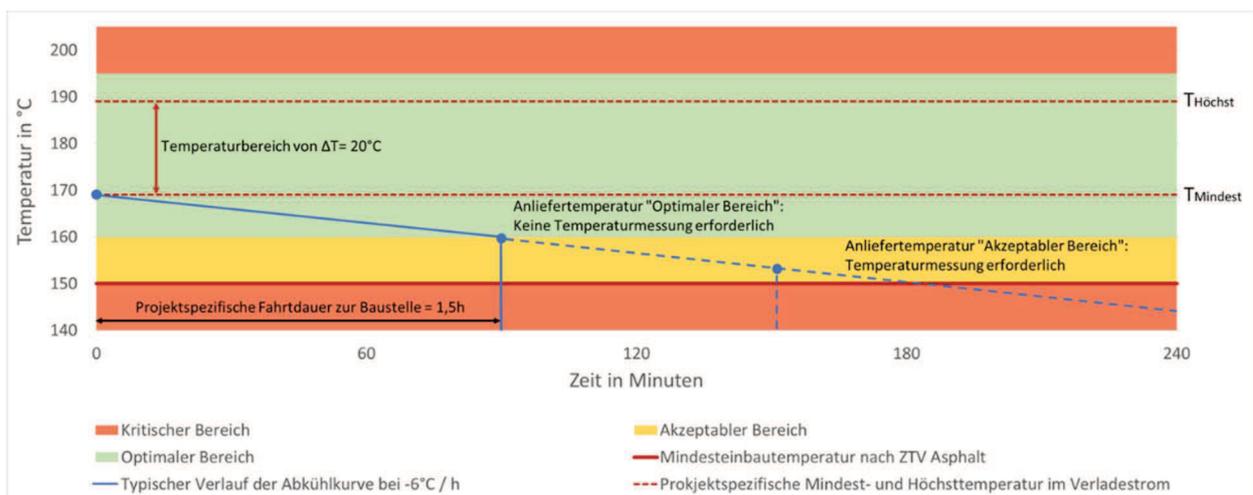


Abbildung 6: Einbautemperaturgrenzen und Temperaturmessbereiche

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass bereits auf der Asphaltmischanlage festgestellt werden kann, ob eine ausreichend heiße Anliefertemperatur am Fertiger mit der prognostizierten Fahrdauer erreicht werden kann. Ferner wird es i.d.R. nicht erforderlich sein, die Temperatur auf der Baustelle nachzumessen. Somit kann der Abladeprozess am Fertiger ohne Verzögerung durchgeführt werden.

Da eine möglichst gleichmäßige Asphalttemperatur für die Vor- und die Hauptverdichtungsprozesse und deren Überwachung (s.u.) entscheidend sind, ist eine möglichst gleichmäßige Verladetemperatur von großem Vorteil für die Prozessqualität. Es ist daher neben der o.g. Mindestverladetemperatur ein Temperaturbereich von 20 °C festzulegen, der bei der Verladung eingehalten werden muss.

Beim Einsatz von mehreren Asphaltmischanlagen muss die Mischtemperatur der Asphaltmischanlage entsprechend der verschiedenen Fahrzeiten angepasst werden, so dass eine ähnliche Anliefertemperatur auch von verschiedenen Asphaltmischanlagen gewährleistet wird.

## **Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0**

### **Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0**

Zur Plausibilisierung der tatsächlichen Einbautemperaturen ist eine Temperaturerfassung mit der Thermokamera unmittelbar hinter der Bohle durchzuführen, wobei mögliche störende Einflüsse bei der Erfassung zu berücksichtigen sind. Die erfassten Daten sind in einem Heat-Diagramm über die Einbaustrecke darzustellen. Die Stationierung ist in Relation zu den Netzknoten zu dokumentieren. Folgende Anforderungen sind hierfür zu berücksichtigen:

- ⇒ Erfassung über die gesamte Einbaubreite hinter der Bohle,
- ⇒ Erfassung mit Infrarotsensor mit Mindestmessbereich zwischen 50 bis 250 °C,
- ⇒ Messpunkterfassung mindestens 25-cm-Raster,
- ⇒ Darstellung im Heat-Diagramm als Streckenband mit Angabe der Stationierung in Relation zu den Netzknoten,
- ⇒ Angabe Ort der Baumaßnahme, Einbaufirma, Einbaudatum, Asphaltmischgutsorte, Schichtdicke und Einbaubreite,
- ⇒ Anzeige des erfassten Temperaturprofils über die gesamte Einbaubreite in Anzeigeeinheit am Fertiger sowie
- ⇒ Messdarstellung in einem farblich differenzierten Flächenplot über die gesamte Einbaubreite und -länge

Die Dokumentationen sind dem AG spätestens eine Woche nach Beendigung der Asphaltarbeiten zu übergeben.

#### **1.6.3.7 Eigenüberwachung Einbaugeschwindigkeit**

Mit dem dynamischen Logistiksystem soll ein unterbrechungsfreier Einbauprozess realisiert werden und Fertigerstops mit den negativen Auswirkungen u.a. auf die Ebenheit der Asphaltdeckschichten vermieden werden. Insbesondere mit einer dynamischen Geschwindigkeitsempfehlung für den Fertiger kann im Sinne von Industrie 4.0 auf mögliche Schwankungen der Lkw-Fahrtdauer, z.B. bei Staus, reagiert werden.

Der unterbrechungsfreie Einbauprozess ist mit einem Geschwindigkeits-Weg-Diagramm mit ergänzten Stillstandsdauern zu dokumentieren. Die Stationierung ist in Relation zu den Netzknoten zu dokumentieren.

## Qualitäts-Straßenbau Baden-Württemberg 4.0

### Muster-Baubeschreibung QSBW 4.0

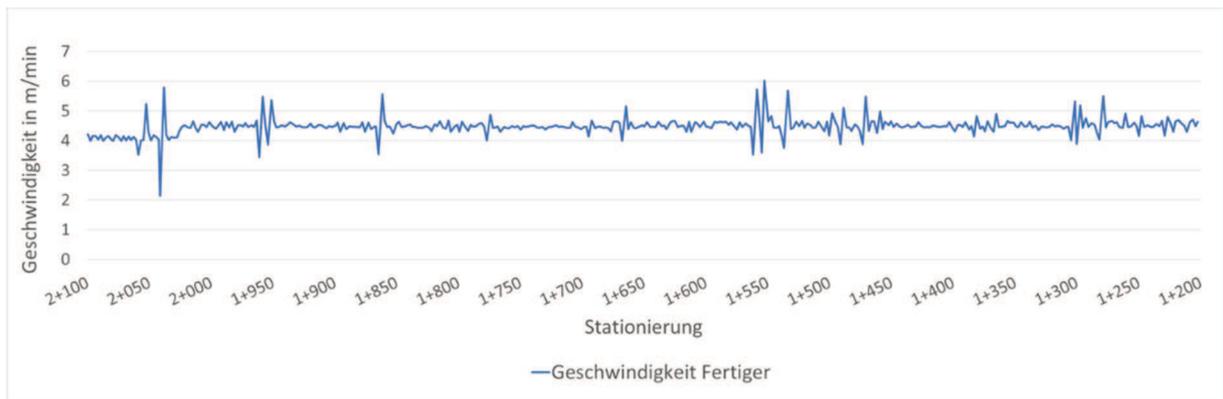


Abbildung 7: Fertigerinbaugeschwindigkeit

Die Dokumentationen sind dem AG spätestens eine Woche nach Beendigung der Asphaltarbeiten zu übergeben.

#### 1.6.3.8 Eigenüberwachung Schichtdicke

Für die Belastbarkeit und Dauerhaftigkeit der Asphaltschicht ist die Einhaltung der Schichtdicke nach den ZTV Asphalt-StB von entscheidender Bedeutung. Vor Einbaustart ist entsprechend Qualitätsmanagement ein Messfeld für die Schichtdickenmessung mit definiertem Stationierungsrastrer festzulegen. An den Messpunkten dieses Messfeldes sind sowohl die Schichtdicken direkt hinter der Bohle als auch die Schichtdicken nach der abgeschlossenen Verdichtung zu messen.

Der Prozess ist mit einer Bohleneinstellung nach Erfahrungswerten zu starten. Sobald ein erstes Messfeld nach einer abgeschlossenen Verdichtung zur Verfügung steht, ist die Schichtdicke z.B. mit Hilfe von elektromagnetischen Schichtdickenmessverfahren an den definierten Stationen zu verifizieren. Ist eine Korrektur des Vorhaltemaßes erforderlich, muss in der Folge erneut eine Kontrolle der Schichtdicke durchgeführt werden.

Die gemessenen Schichtdicken je Einbauschicht sind in einem Schichtdicken-Weg-Diagramm darzustellen. Die Stationierung ist in Relation zu den Netzknoten zu dokumentieren.

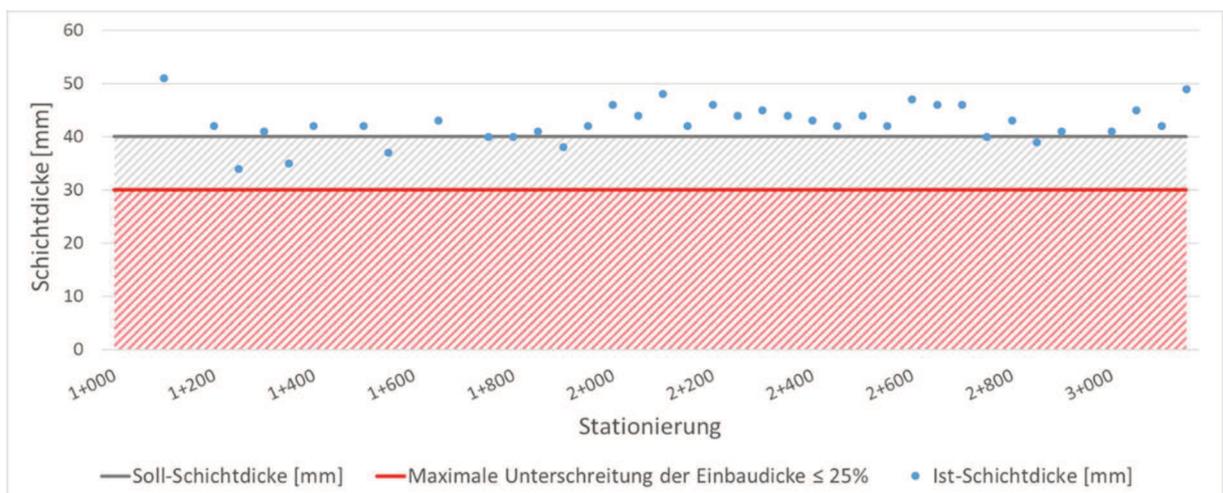


Abbildung 8: Schichtdickenmessung Aichelberg – Bad Boll

Die Dokumentationen sind dem AG spätestens eine Woche nach Beendigung der Asphaltarbeiten zu übergeben.

### **1.6.3.9 Eigenüberwachung Verdichtung**

Die Langlebigkeit der Asphaltsschichten wird entscheidend von der Einbringung der erforderlichen Verdichtungsenergie beeinflusst. Daher ist es erforderlich, eine möglichst gleichmäßige, ausreichende Verdichtung zu gewährleisten. Dies ist mit folgendem Verfahren sicherzustellen:

Die Anzahl der erforderlichen verdichtungsrelevanten Walzüberrollungen wird zu Beginn des Verdichtungsprozesses an einer definierten Station an mindestens zwei Messpunkten mit Hilfe radiometrischer Sonden ermittelt. Die erforderliche Anzahl von verdichtungsrelevanten Walzüberrollungen ist in das Anzeigesystem der Walzen zu übernehmen.

An einer weiteren Station ist erneut mit Hilfe radiometrischer Sonden zu überprüfen, ob mit der definierten und durchgeführten Anzahl von verdichtungsrelevanten Überrollungen die erforderliche Verdichtung tatsächlich erreicht wurde. Bei Abweichung sind analog weitere Messungen durchzuführen.

Die Messwerte der radiometrischen Messung sind zusammen mit der festgelegten Mindestanzahl von verdichtungsrelevanten Überrollungen stationsgenau zu erfassen und zu dokumentieren.

Die Anzahl der tatsächlichen verdichtungsrelevanten Überrollungen sind in einem Diagramm als Streckenband mit Angabe der Stationierung in Relation zu den Netzknoten darzustellen.

Die tatsächlich eingebrachte Verdichtungsenergie ist ebenfalls in einem Diagramm als Streckenband mit Angabe der Stationierung in Relation zu den Netzknoten darzustellen.

Die Dokumentationen sind dem AG spätestens eine Woche nach Beendigung der Asphaltarbeiten zu übergeben.

### **1.6.3.10 Anforderungen an mobile Vernetzung**

#### **1.6.3.10.1 Einrichtung W-LAN**

Zur Absicherung des mobilen Datenempfangs ist entlang der gesamten Asphalteinbaustrecke ein WLAN bereitzustellen. Ein zuverlässig verfügbares Datenvolumen ist sicherzustellen.

#### **1.6.3.10.2 Bereitstellung mobile Vernetzung**

Für die Überwachung der dynamischen Logistiksteuerung, der Fertigersteuerung und dem Qualitätscontrolling ist seitens der Baufirma ein Prozessmanager einzusetzen. Die digital verfügbaren Daten sind über eine mobile Vernetzung auf Tablets oder Smartphones darzustellen. Dies umfasst mindestens:

- eine Dashboard-Darstellung zur Übersicht über alle folgenden Teilprozesse,
- eine Kartendarstellung mit Echtzeitanzeige der Mischanlage, aller Lkw, des Fertigers und der Walzen,
- eine Ansicht über die in Echtzeit berechnete Ankunftszeit je Lkw-Fuhre am Fertiger sowie über die geplante Beladezeit am Mischwerk und der Einbautemperatur sowie Walzüberrollungen sowie
- eine Ansicht über die Ist- und Soll-Einbaumenge über die Zeit.

Für die Begleitung des Asphalteinbaus erhält die Bauüberwachung des Auftraggebers einen Zugang in die mobile Vernetzung und die entsprechenden Geräte vom Auftragnehmer um somit die Logistik und den Einbau auf mobilen Geräten zu verfolgen.





Langtext-/Preis-Verzeichnis

Projekt: LV\_QSBW                                   Muster-LV Qualitätsstraßenbau 4.0  
VE:       LV 1                                        VM Baden-Württemberg  
LV:       LV 1                                        QSBW 4.0 Ausführungspositionen

OZ	StL-Nr	Menge	AE	EP in EUR	GB in EUR
00.	<b>Leistungen QSBW 4.0</b>				
00.00.	<b>Leistungen QSBW 4.0</b>				
00.00.0001.	-----	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Verdichtung Festpunktnetz</b> Übernahme der Festpunkte vom AG. Verdichten des Festpunktnetzes, Anzahl nach Erfordernis der Baustelle einschließlich Sichern der Festpunkte. Bei Beschädigung ggf. Erneuern.				
00.00.0002.	----- TA TB	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>3D-Steuerung Asphaltfräsarbeiten</b> Bereitstellung 3D-Steuerungstechnik zum profilgerechten Asphaltfräsen nach Systematik QSBW 4.0. System nach Wahl des AN. Systembezeichnung und Hersteller: 'sind nach der Auftragserteilung unaufgefordert dem AG mitzuteilen.' Die Position beinhaltet den Mehraufwand gegenüber konventionellem, ungesteuertem Asphaltfräsen. Erstellen des 3D-Frässmodellss auf Grundlage der Bestandsdaten und des vom AG übergebenen Deckenbuches. Der Einsatz in mehreren Bauabschnitten ist ggf. einzukalkulieren und wird nicht gesondert vergütet. Steuerung ist einzusetzen für die Ausführung der Positionen <b>Textergänzung durch AG</b> . Punkt 1.6.3.1 der Baubeschreibung ist zu beachten.				
00.00.0003.	----- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Bereitstell. dyn. Logistiksteuerung</b> Bereitstellung dynamische Logistiksteuerung zur Herstellung der Asphaltsschichten nach Systematik QSBW 4.0. System nach Wahl des AN. Die Position beinhaltet den Mehraufwand gegenüber konventionellem Asphalteinbau. Die dynamische Logistiksteuerung ist einzusetzen für die Positionen <b>Textergänzung durch AG</b> . Punkt 1.6.3.2 der Baubeschreibung ist zu beachten.				
00.00.0004.	----- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Maschinensteuerung Asphalt-Fertiger</b> Bereitstellung Maschinensteuerung für Asphalt-Fertiger zur Herstellung der Asphaltsschichten nach Systematik QSBW 4.0. System nach Wahl des AN. Die Position beinhaltet den Mehraufwand gegenüber				

...Forts. 00.00.0004.



Langtext-/Preis-Verzeichnis

Projekt: LV\_QSBW                                   Muster-LV Qualitätsstraßenbau 4.0  
VE:       LV 1                                        VM Baden-Württemberg  
LV:       LV 1                                        QSBW 4.0 Ausführungspositionen

OZ	StL-Nr	Menge	AE	EP in EUR	GB in EUR
00.00.0004.	Forts. ...				
	<p>konventionellem Asphalteinbau. Die Maschinensteuerung Asphalt-Fertiger ist einzusetzen für die Positionen 'Textergänzung durch AG'. Punkt 1.6.3.3 der Baubeschreibung ist zu beachten.</p>				
00.00.0005.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<p><b>Maschinensteuerung Asphalt-Walzen</b> Bereitstellung Maschinensteuerung Asphalt-Walzen zur Herstellung der Asphaltsschichten nach Systematik QSBW 4.0. System nach Wahl des AN. Die Position beinhaltet den Mehraufwand gegenüber konventionellem Asphalteinbau. Die Maschinensteuerung Asphaltwalzen ist einzusetzen für die Positionen 'Textergänzung durch AG'. Punkt 1.6.3.4 der Baubeschreibung ist zu beachten.</p>				
00.00.0006.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<p><b>Erstellung Qualitätsmanagementplan</b> Erstellung eines Qualitätsmanagementplanes zur Herstellung der Asphaltsschichten nach Systematik QSBW 4.0. Der Qualitätsmanagementplan ist aufzustellen für die Ausführung der Positionen 'Textergänzung durch AG'. Punkt 1.6.3.5.1 der Baubeschreibung ist zu beachten.</p>				
00.00.0007.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<p><b>Erstellung Logistik- und Einbaukon.</b> Erstellung des Logistik- und Einbaukonzeptes zur Herstellung der Asphaltsschichten nach Systematik QSBW 4.0. Der Logistik- und Einbaukonzept ist aufzustellen für die Ausführung der Positionen 'Textergänzung durch AG'. Punkt 1.6.3.5.2 der Baubeschreibung ist zu beachten.</p>				
00.00.0008.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<p><b>Erhöhter Aufwand Eigenüberwachung</b> Erhöhter Aufwand der Leistungen bei der Eigenüberwachung und Dokumentation beim Asphalteinbau gegenüber den Anforderungen der ZTV-Asphalt nach Systematik QSBW 4.0. Die Position beinhaltet den Mehraufwand gegenüber konventionellem Asphalteinbau. Leistungen betreffen die Eigenüberwachung und Dokumentation - der Verlade- und Einbautemperaturen - der Einbaugeschwindigkeit - der Schichtdicke - der Verdichtung In der Position ist der Aufwand für stetiges,</p>				

...Forts. 00.00.0008.



Langtext-/Preis-Verzeichnis

Projekt: LV\_QSBW                                   Muster-LV Qualitätsstraßenbau 4.0  
VE:       LV 1                                        VM Baden-Württemberg  
LV:       LV 1                                        QSBW 4.0 Ausführungspositionen

OZ	StL-Nr	Menge	AE	EP in EUR	GB in EUR
----	--------	-------	----	-----------	-----------

00.00.0008. Forts. ...

bauzeitenbegleitendes Steuern und Anpassen des Einbauprozesses auf Grundlage der Ergebnisse der Eigenüberwachung einzukalkulieren. Eigenüberwachung und Dokumentation für die Ausführung der Positionen 'Textergänzung durch AG'. Punkte 1.6.3.6, 1.6.3.7, 1.6.3.8 und 1.6.3.9 der Baubeschreibung sind zu beachten.

00.00.0009.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Einrichtung und Betrieb W-Lan-Netz</b>				
	Sicherstellung der Datenversorgung der Baustelle für die Vernetzung aller Systemkomponenten QSBW 4.0 des Teilbereichs Asphalteinbau, z.B. durch Einrichtung und den Betrieb eines W-LAN Netzes. Der Datenstrom muss konstant und unterbrechungsfrei gewährleistet werden. Punkt 1.6.3.10.1 der Baubeschreibung ist zu beachten.				

00.00.0010.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Bereitstellung mobile Vernetzung</b>				
	Bereitstellung mobile Vernetzung aller erforderlichen Systemkomponenten QSBW 4.0. Stellung eines Prozessmanagers des AN zur Steuerung der Einbauprozesse im Sinne QSBW 4.0. Punkt 1.6.3.10.2 der Baubeschreibung ist zu beachten.				

00.00.0011.	--- TA	1,00	Psch	xxxxxx,xx	.....
	<b>Vorst. QM-Plan und Einweisung AG</b>				
	Vorstellung des Qualitätsmanagementplans sowie des Logistik- und Einbaukonzeptes sowie Einweisung von bis zu 3 Personen des AG auf, für die Dauer der Baumaßnahme, zur Verfügung gestellten mobilen Endgeräten des AN (Tablet, Smartphone etc.).				

<b>Zwischensumme</b>	<b>00.00</b>				.....
----------------------	--------------	--	--	--	-------

<b>Zwischensumme</b>	<b>00.</b>				.....
----------------------	------------	--	--	--	-------



Langtext-/Preis-Verzeichnis  
Zusammenstellung

Projekt: LV\_QSBW                      Muster-LV Qualitätsstraßenbau 4.0  
VE:        LV 1                            VM Baden-Württemberg  
LV:        LV 1                            QSBW 4.0 Ausführungspositionen

---

OZ GB in EUR

---

LV                      LV 1

00.                    Leistungen QCBW 4.0

00.00.                Leistungen QSBW 4.0 .....

**Summe 00.** .....



Langtext-/Preis-Verzeichnis  
Zusammenstellung

Projekt: LV\_QSBW                                   Muster-LV Qualitätsstraßenbau 4.0  
VE:       LV 1                                        VM Baden-Württemberg  
LV:       LV 1                                        QSBW 4.0 Ausführungspositionen

---

OZ GB in EUR

---

LV	LV 1	
00.	Leistungen QSBW 4.0	.....,...
	<b>Zusammenstellung des Angebotes</b>	
	Summe der Abschnitte (netto)	.....,...
	Angebotssumme (netto)	.....,...
	+ 19,00 v.H. Umsatzsteuer (MwSt)	.....,...
	<b>Angebotssumme (brutto)</b>	.....,...

---

Das LV besteht aus den Seiten 1 bis 6