

STUDIENSEMINAR FÜR DAS LEHRAMT FÜR DIE SEKUNDARSTUFE II GELSENKIRCHEN I

SCHWERPUNKT BERUFSKOLLEG

HERFORDERSTR. 7, 45892 GELSENKIRCHEN

☎ 0209/77 88 32 ☎ 0209/77 88 34 ✉ verwaltung@studienseminar-gelsenkirchen-berufskolleg.de

3. Unterrichtsbesuch im Fach Tiefbau

Auswertung der aufgenommenen Straßenschäden der Lindenstraße in GE-Buer durch Festlegung der Schadensart, des Instandhaltungsverfahrens und des Materialverbrauchs nach der ZTV BEA StB 98.

STUDIENREFERENDAR	
AUSBILDUNGSSCHULE	BTG der Stadt Gelsenkirchen Goldbergstr. 58 45894 Gelsenkirchen
UNTERRICHTSFACH	Baustoff- und Baukonstruktionstechnik
LERNGRUPPE	Straßenbauer Oberstufe
DATUM	
UHRZEIT	
RAUM	Querschnittsschulungsraum
SCHULLEITER	
AUSBILDUNGSLEHRER	
FACHLEITER	
HAUPTSEMINARLEITER	
AUSBILDUNGSKOORDINATOR	
EINSTELLUNGSDATUM	01.02.2003

Inhaltsübersicht

1.	Relevante Lernbedingungen	3
1.1	Objektive Aspekte	3
1.2	Subjektive Aspekte	3
2.	Thematischer Zusammenhang	4
2.1	Curriculare Einbindung des Unterrichtsthema	4
2.2	Darstellung der Unterrichtsreihe	4
3.	Intentionen und Ziele	5
3.1	Schwerpunktziel	5
3.2	Kompetenzen	5
3.2.1	Fachkompetenz in Teilzielen	5
3.2.2	Methodenkompetenz	5
3.2.3	Sozial- und Humankompetenz	5
4.	Stundenverlaufsplanung	6
5.	Anlage	8
6.	Literaturverzeichnis	8
7.	Materialien	8

1. Relevante Lernbedingungen

1.1 Objektive Aspekte

Die 10 Schüler der Straßenbauer - Unterstufe streben den Abschluss eines Straßenbauers in einer dreijährigen Ausbildung an. Die Schüler absolvieren die Ausbildung bei verschiedenen Ausbildungsfirmen sowie bei der Stadt Gelsenkirchen und werden dort auch unterschiedlich eingesetzt. Die Schüler, im Alter von 17 bis 21 Jahren, haben gleichartige Schulabschlüsse. Es ist davon auszugehen, dass es sich, gemessen an den Lernvoraussetzungen, um eine homogene Lerngruppe handelt. Die Klasse befindet sich in der 2. Woche des zweiten Blocks. Ich unterrichte in dieser Klasse im Rahmen meines Referendariats 2 Stunden in der Woche als Bedarfsdeckenden Unterricht und 4 Stunden als Ausbildungsunterrichts. In Kooperation mit einer Kollegin und meinem Ausbildungslehrer Die Lernsituation „Instandhaltung der Lindenstraße in GE-Buer wurde von mir eigenständig geplant und mit der Klasse zusammen durchgeführt. Die obengenannte Lernsituation gliedert sich in das Lernfeld 13: „Instandhaltung einer Straße“ ein und ist durch die didaktische Jahresplanung vorgegeben.

1.2 Subjektive Aspekte

Die Schüler dieser Lerngruppe zeigen großes Interesse an den fachlichen Inhalten des Unterrichts. Der Unterricht sollte jedoch nicht nur auf die kognitive Ebene ausgerichtet sein, da hierdurch viele Schüler überfordert sind. Der Handlungsorientierte Unterricht bietet hier die Möglichkeit Theorie und Praxis miteinander zu verbinden. Meine Aufgabe als Lehrer sehe ich darin eine ausgewogene Balance zwischen der Vermittlung von Fachwissen durch Texte, Bücher oder Ähnliches und dem handelnd Erfahrenden zu bewirken. Die Klasse arbeitet sehr motiviert und diszipliniert. Störungen treten nur in Verbindung mit Diskussionen von Fußballergebnissen oder Arbeitsergebnissen auf. In der Klasse herrscht eine sehr positive Arbeitsatmosphäre und Konflikte treten selten auf.

2. Thematischer Zusammenhang

2.1 Curriculare Einordnung der Besuchsstunde in die Gesamtplanung

Die berufliche Grundbildung des Berufsfeldes Bautechnik sieht für das Lernfeld 13 „Instandhaltung einer Straße“ einen Zeitrichtwert von 40 Unterrichtsstunden vor. Die Oberstufe der Straßenbauer bearbeitet mit der obengenannte Lernsituation eine fachliche Zielformulierung des Lernfeldes 13. Die fachlichen Inhalte der Lernsituation wurden dem Leistungsniveau der Lerngruppe angepaßt. Ich erwarte jedoch von einer Klasse im 3.

Ausbildungsjahr eine Lesekompetenz, die darin besteht, technische Vorschriften zu lesen und zu begreifen. Dies wird durch den Einsatz von entsprechenden Fachtexten unterstützt und gefördert.

2.2 Darstellung der Unterrichtsreihe

Im Folgenden sind die Unterrichtseinheiten zum Lernfeld 13 „Instandhaltung einer Straße“ aufgelistet. Die dargestellte Unterrichtsreihe wurde selbständig aufgestellt und durchgeführt. Das heutige Thema „**Auswertung der aufgenommenen Straßenschäden durch Festlegung der Schadensart, des Instandhaltungsverfahrens und des Materialverbrauchs**“ gliedert sich wie folgt in die Unterrichtseinheiten ein:

Zeitraum: 12. Januar bis 30. Januar 2004
 Gesamtumfang: 9 mal 90 Minuten plus 3.UB-TB

Zeitplan:

Tag	Datum	Stunde	Thema
Mi.	14.01.	5./6.	1. Einführung ➤ Schadensbilder aus der Schweiz ➤ Brainst. Und MindMap zur Durchführung
Mi.	14.01.	7./8.	2. Bearbeitung der ZTV BEA-StB98 ➤ In PA wird die ZTV bearbeitet ➤ Arbeitsblatt mit Tabelle ausgefüllt ➤ Im UG werden Fragen zu dem Text geklärt.
Do.	15.01.	5./6.	3. Erarbeitung der ZTV BEA-StB98 ➤ In GA wird der Inhalt der ZTV BEA-StB in einer übersichtlichen Tabelle auf einem Plakat zusammengestellt. ➤ Die Tabelle wird besprochen und von den Sn. In die Projektmappe übernommen.
Mi.	21.01.	5./6.	4. Vorbereitung der Schadensaufnahme ➤ Tabelle für Erfassung der Schadensgröße ➤ Durchführungsschritte vor Ort festgelegt
Mi.	21.01.	7./8.	5. Vorbereitung für Arbeiten vor Ort ➤ Tabelle mit Word erstellt ➤ Bedienung der digitalen Kamera ➤ Verhaltensregeln für die Ortsaufnahmen
Do.	22.01.	5./6.	6. Schäden aufnehmen ➤ Schadensfoto erstellen ➤ Maße aufnehmen
Fr.	23.01.	3./4.	7. Schäden analysieren, geeignete Instandhaltungsmaßnahmen, Materialverbrauch festlegen.
Mi.	28.01.	5./6.	8. Kosten berechnen
Mi.	28.01.	7./8.	9. Evaluation - Bewertung des Projekts
Do.	29.01.	5./6.	10. Klassenarbeit

3. Intentionen und Ziele

3.1 Schwerpunktziel

Die Schüler bestimmen unter Anwendung der ZTV BEA StB98 die Schadensart, das Instandhaltungsverfahren und den Materialverbrauch für verschiedene Straßenschäden der Lindenstrasse in GE-Buer.

3.2 Kompetenzen

3.2.1 Fachkompetenz in Teilzielen

Die Schüler können

- die unterschiedlichen Arten von Straßenschäden benennen.
- das zugehörige Instandhaltungsverfahren entsprechend der ZTV BEA StB98 bestimmen.
- den Materialverbrauch für die einzelnen Straßenschäden berechnen

3.2.2 Methodenkompetenz

Eingangs wird den Schülern ein Foto mit einem Straßenschaden gezeigt. Anschließend tragen Schüler ein Szenisches Spiel vor. Durch den Dialog wird bei den Schülern die auditive Aufnahme und das Verstehen von Informationen und Gesprächsinhalte über die Sprache gefördert.

Die selbständige Bearbeitung der Schadensanalyse innerhalb einer Gruppe fördert Entscheidungs- und Begründungsfähigkeit. Das Festlegen auf eine Instandhaltungsmaßnahme innerhalb der Gruppe fördert bei den Schülern die Eigenständigkeit und Handlungsfähigkeit.

Das Herstellen eines Plakats zwecks Präsentation fördert bei den Schülern Informationen zusammenzufassen, diese zu strukturieren und übersichtlich darzustellen.

3.2.3 Sozial- und Humankompetenz

Innerhalb der Gruppe findet ein Informations- und Meinungsaustausch statt, dies fördert bei den Schülern die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit. Die Schüler werden durch die gemeinsame Präsentation ihrer Arbeitsergebnisse vor der Klasse in dem Austausch von Informationen und eigenen Meinungen gefördert. Ferner bietet dieses Forum die Möglichkeit sachlich zu argumentieren, was wiederum dazu führt, Schüler in ihrer Kritikfähigkeit, d.h. Kritik zu üben und anzunehmen, zu fördern.

4. Stundenverlaufsplan

Phase	Unterrichtsinhalte	Ak/Sof	Medien
Einstieg/Wiederholung	Sn. stellen den Projektverlauf dar: <ul style="list-style-type: none"> ➤ MindMap zur Straßeninstandhaltung ➤ Erarbeitung der ZTV BEA StB98->Plakat ➤ Schadensaufnahme ->Schadensfoto, Schadensgröße 	SV	Plakate
Problemdarstellung	Sn. tragen ein szenisches Spiel vor, aus dem die Notwendigkeit der richtigen Schadensbewertung, Festlegung der Instandhaltungsmaßnahme und Bestimmung der Materialmenge hervorgeht.	SV	Karten mit szenischen Spiel
Problemwahrnehmung	Sn. nehmen Problem aus dem szenischen Spiel wahr.		
Problemformulierung Thema	Die Sn. formulieren das Thema und schreiben dieses an die Tafel, Bewertung der Schäden, Festlegung des Instandhaltungsverfahrens, Bestimmung Materialverbrauch. Sn. schreiben Punkte an die Tafel und fassen diese in einem Satz.	UG	Tafel
Wert des Themas	Gegenwartsbedeutung: Ergibt sich aus dem Verlauf der Durchführung dieser Lernsituation Zukunftsbedeutung: Sn. beschreiben Berufssituationen, wo es wichtig ist Entscheidungen kritisch zu überprüfen, um so Folgen fehlerhafter Planung und Ausführung zu vermeiden.		
Lernplanung	Sn. geben die einzelnen Durchführungsschritte wieder, bzw. bestimmen die Reihenfolge der an der Tafel stehenden einzelnen Durchführungsschritte.		
Erarbeitungsphase Präsentation	Sn. erhalten Arbeitsanweisung, Schadensfoto und die Tabelle mit dem Materialverbrauch der einzelnen Instandhaltungsverfahren. Sn. präsentieren ihre Arbeitsergebnisse	SV	Arbeitsanw. Schadensfoto Tabelle, Plakate
Sicherung	Sn. analysieren weitere Schäden in Moderation mit dem Lehrer.		Schadensfoto

5. Anlage

Folie1: Schadensfoto

Folie2: Szenisches Spiel

Arbeitsblatt1: Arbeitsauftrag, Tabelle mit Materialverbrauch

Text zur Instandhaltung: ZTV BEA StB98

6. Literatur

ZTV BEA StB98: Instandhaltung von Straßen

D. Richter: Straßen- und Tiefbau (B.G. Teubner Stuttgart)

7. Materialien

Schadensfotos: Lindenstraße in GE-Buer

Arbeitsauftrag

Die Stadt Gelsenkirchen erwartet von Eurem Chef die ersten **Instandhaltungsvorschläge** der Lindenstrasse in GE-Buer. Die **Auswertung der aufgenommenen Straßenschäden** ist von Euch durchzuführen und durch Plakate zu präsentieren.

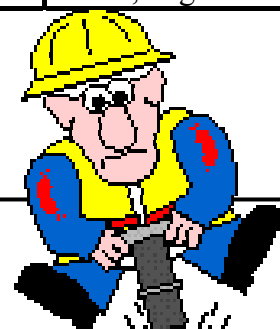
- **Wählt** für Eure Instandhaltungsverfahren 4 verschiedene Schadensarten (Fotos) aus.
- **Gebt** kurz die Schadensart an, z.B. Ausmagerung
- **Bestimmt** das Instandhaltungsverfahren, z. B. Anspritzen und Abschlämmen
- **Berechnet** des Materialverbrauch pro Schaden.

Benutzt zur Bearbeitung der Aufgabe Eure Plakate!!

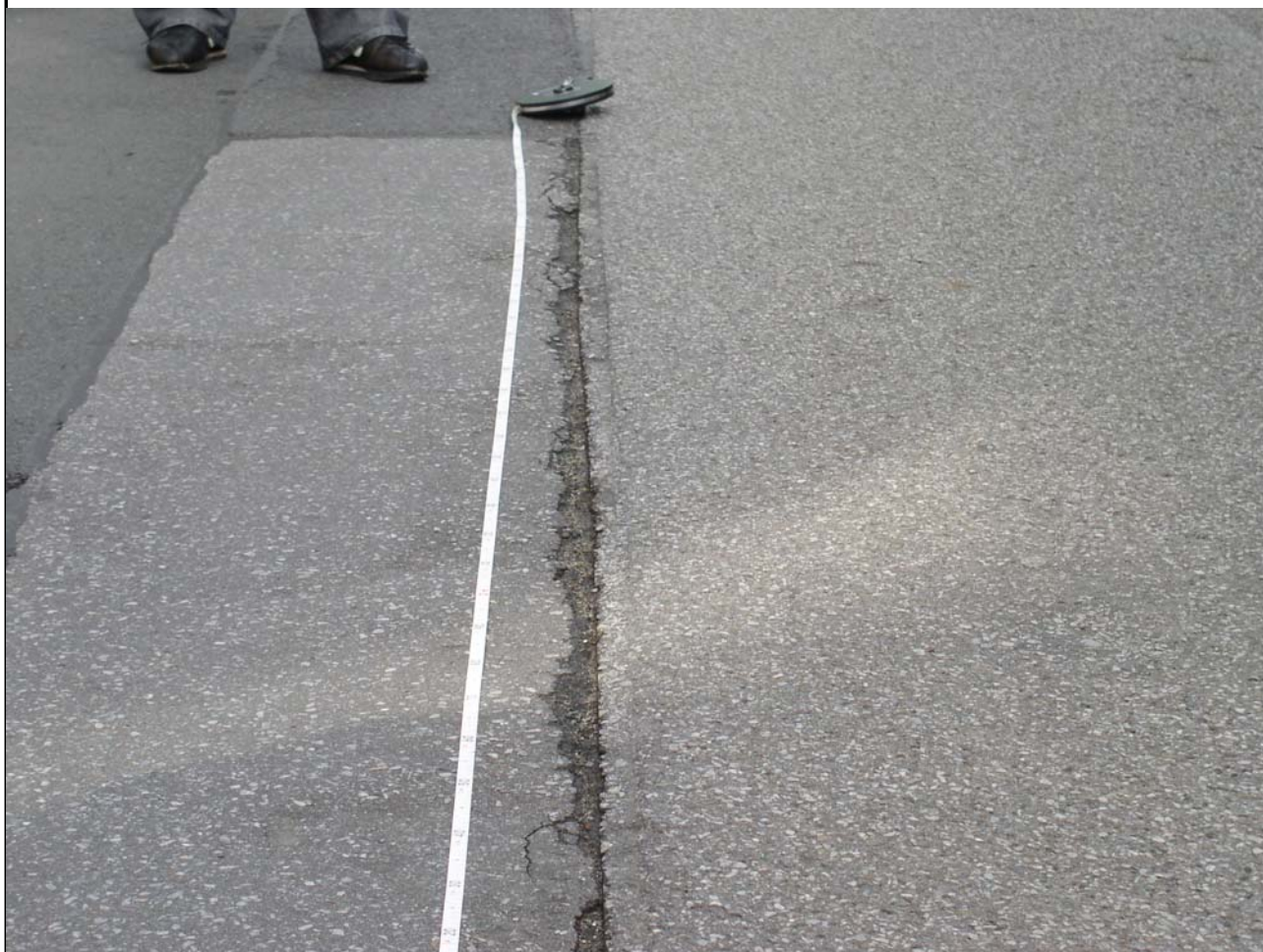
Bearbeitungszeit: 20 Minuten

Materialverbrauch

Verfahren	Material	Verbrauch
Gruppe 1		
Anspritzen und Absplitten	Edelsplitt 2/5	12 kg/m ²
	Bindemittel U 60 K	1,5 kg/m ²
	Edelsplitt 5/8	15 kg/m ²
Asphaltmischgut	Asphaltmischgut	100 kg/m ²
	Fugenvergußmasse	100 ml/m
Gruppe 2		
Aufbringen Bitumenhaltige Schlämme	Bitumenhaltige Schlämme	3,0 kg/m ²
	Brechsand zum Abstreuen	3,0 kg/m ²
Aufbringen Porenfüllmasse	Porenfüllmasse	1,0 kg/m ²
	Brechsand zum Abstreuen	3,0 kg/m ²
Verfüllen und Vergießen	Fugenvergußmasse	100 ml/m
Aufrauen	Gebrochener Kalkstein	3,5 kg/m ²



Folie 1



Szenisches Spiel

Spielsituation:

Der Chef Erhan kommt zur Baustelle und sieht den Straßenbauer Dino einen Straßenschaden reparieren.

Chef Erhan brüllt:

Sofort Stop! Du machst ja alles falsch!

Straßenbauer Dino sagt:

Der Vorarbeiter hat mir das aber so aufgetragen!

Chef Erhan sagt:

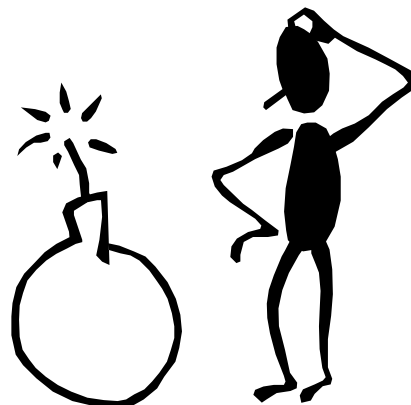
Dieser Straßenschaden wird doch nicht mit Asphaltmischgut repariert.

Als Facharbeiter muss du doch wissen, daß dieser Schaden anders repariert wird.

Außerdem steht hier viel zu viel Material herum. Willst du heute die Straßen der ganzen Stadt reparieren?

Dino kratzt sich am Kopf und sagt zu sich:

Oh man, das war ja wieder ein Anschuß. Das nächste Mal muss ich aber anders vorgehen!



Instandhaltung von Straßen (ZTV BEA – StB 98)

Anwendung

Die Zuordnung und Eignung der Verfahren für die Instandhaltung von Verkehrsflächen in Abhängigkeit von den Merkmalsgruppen sind in der **Tabelle 1** dargestellt.

Tabelle 1: Zuordnung von Merkmalsgruppen zu geeigneten Instandhaltungsverfahren

Merkmalsgruppe	Zustandsmerkmal	Erscheinungsbild/Ursache	Instandhaltungsverfahren nach					Abfräsen von Unebenheiten ¹⁾
			2.2.1 An-spritzen und Ab-splitten	2.2.2 Aufbringen von bit. Schlämmen und Poren-füllmassen	2.2.3 Ausbessern mit Asphalt-mischgut	2.2.4 Verfüllen und Vergießen	2.2.5 Auf-rauhen	
Ebenheit	Ebenheit im Längsprofil	Verformung	-	-	0	-	-	+
		Tragfähigkeit	-	0	+	-	-	-
	Ebenheit im Querprofil	Verformung	-	-	0	-	-	+
		Tragfähigkeit	-	0	+	-	-	-
Griffigkeit	Gleitbeiwert	Bindemittel-Anreicherung	+	-	+	-	+	-
		Polierte Kornoberfläche	+	-	-	-	+	-
Substanzmängel	Netzzrisse		+	0	-	-	-	-
	Ausmagerung		+	+	+	-	-	-
	Flickstellen		-	-	+	-	-	-
	Kornausbrüche		-	-	+	-	-	-
	Einzelrisse		-	-	-	+	-	-

Erläuterungen: + geeignet 0 bedingt geeignet - nicht geeignet

Anspritzen und Absplitten

Nach dem Reinigen ist auf die vorgesehenen Flächen bitumenhaltiges Bindemittel durch Spritzen oder Aufgießen und Verfegen gleichmäßig zu verteilen. Hierbei sind die Anschlussflächen ca. 10 cm mitzubehandeln.

Anschließend ist sofort Splitt aufzustreuen und einzuwalzen. Die Splittkörner müssen etwa bis zu Hälfte im Bindemittel eingebettet sein. Ein geringer Splittüberschuss verhindert das Ankleben von Fahrzeugreifen. Splitt, der beim Aufstreuen neben die behandelten Fahrbahnflächen fällt, ist zu entfernen.

Bei gehäuft auftretenden Schadensflächen empfiehlt sich ein mechanisches Anspritzen und Absplitten (Reparaturzug). Dabei sollte der zu bearbeitende Flächenanteil nicht mehr als 30 % der Gesamtstraßenfläche betragen.

Die Verkehrsfreigabe ist abhängig von den örtlichen und klimatischen Verhältnissen und der verwendeten Bindemittelart. Wegen des Splittüberschusses soll für die ersten Tage eine Geschwindigkeitsbeschränkung vorgesehen werden; empfohlen wird eine Geschwindigkeitsbeschränkung von $v = 40$ km/h. Vor dem Aufheben der Geschwindigkeitsbeschränkung sind ungebundene Splittkörner zu entfernen!

Mineralstoffe

Verwendet werden Edelsplitte der Körnung 2/5 und/oder 5/8.

Die Baustoffmengen sind von der Beschaffenheit der jeweiligen Unterlage abhängig. Sie sind aus der **Tabelle 2** auszuwählen.

Bindemittel

Alle Bitumenemulsionen müssen den Anforderungen der DIN 1995 Teil 3 oder den Technischen Lieferbedingungen entsprechen.

Es können vorgesehen werden:

- Unstabile kationische Bitumenemulsionen U 60 K,
- Polymermodifizierte unstabile kationische Bitumenemulsion für Oberflächenbehandlungen (PmOB Art C, PmOArt D) U 60 K
- Unstabile kationische Bitumenemulsion U 70 K oder
- Polymermodifizierte unstabile kationische Bitumenemulsion für Oberflächenbehandlungen (PmOBArt C, PmOB Art D) U 70 K.

Tabelle 2: Verbrauchsmengen für das Anspritzen und Absplitten

Bindemittelsorte	Bindemittelmenge [kg/m ²]	Edelsplittkörnung	Edelsplittmenge [kg/m ²]
U 60 K, PmOB (C/D) U 60 K *)	1,4 bis 1,8 1,6 bis 2,2	2/5 5/8	9 bis 14 11 bis 17
U 70 K, PmOB (C/D) U 70 K *)	1,2 bis 1,6 1,5 bis 2,0	2/5 5/8	9 bis 14 11 bis 17

*) nur bei Reparaturzügen

Aufbringen von bitumenhaltigen Schlämmen und Porenfüllmassen

Bitumenhaltige Schlämmen und Porenfüllmassen dürfen nur bei trockener Witterung und Temperaturen über 5°C verarbeitet werden.

Bitumenhaltige Schlämmen sind als Fertigprodukt auf die gereinigte Unterlage aufzutragen und gleichmäßig zu verteilen. Sie sind in einer oder mehreren Lagen in aufeinander folgenden Arbeitsgängen aufzubringen. Die zweite Lage ist erst aufzubringen, wenn die erste Lage ausgetrocknet und begehbar ist.

Der Abbindeprozeß erfordert in der Regel bei warmer und trockener Witterung einen Zeitraum von 1 bis 2 Stunden. Die behandelten Flächen dürfen erst nach Abtrocknung befahren werden.

Die Porenfüllmassen sind als Fertigprodukte auf die getrocknete Unterlagen einlagig aufzutragen und über den Splittspitzen abzuziehen. Mit Porenfüllmassen behandelte Flächen sind mit 3 bis 4 kg/m² Edelbrechsand 0/2 F oder gewachsenen Natursand abzustreuen.

Bitumenhaltige Schlämmen und Porenfüllmassen werden als Fertigprodukte in geschlossenen Gebinden geliefert und sind frostfrei zu lagern.

Die Baustoffmengen sind von der Beschaffenheit der Unterlage abhängig. Sie sind aus der **Tabelle 3** auszuwählen.

Tabelle 3: Verbrauchsmengen für bitumenhaltige Schlämmen und Porenfüllmassen

Baustoff	Baustoffmenge [kg/m ²]
Bitumenhaltige Schlämmen	2,0 bis 4,0
Porenfüllmassen	0,5 bis 1,5

Bitumenhaltige Schlämmen

Bitumenhaltige Schlämmen sind lösemittelfrei Gemische aus Bitumenemulsion, Edelbrech- oder Natursand, Füller, Zusätzen und Wasser und bestehen aus:

Bitumen	mindestens 14 Gew.-%
Wasser	mindestens 20 Gew.-%
Edelbrech- oder Natursand	mindestens 55 Gew.-%

Porenfüllmassen

Porenfüllmassen sind Gemische aus Mineralstoffen, Bitumen, Lösemittel und geringen Mengen Wasser. Sie müssen den TL-Sbit entsprechen.

Ausbessern mit Asphaltmischgut

Schadhafter Bereiche der Asphaltbefestigung sind durch Fräsen in erforderlicher Dicke oder Aufstemmen abzutragen. Die so verbreiteten Flächen sind zu säubern.

Die Anschlüsse sind mit Schneid-, Fräs- oder Stemmgeräten zu begradigen und anschließend staubfrei zu reinigen.

Beim Einbau von verdichtbaren Gemischen ist die Unterlage mit einem Bindemittel anzuspühren.

Die Anschlüsse können wie folgt ausgebildet werden:

- Beschichten mit modifiziertem Bindemittel

- Verlegen von anschmelzbarem Fugenband
- Schneiden bis zu einer Tiefe von 30 mm, Voranstrich aufbringen und Vergießen mit Fugenvergussmasse.
- Rückschnitt von mindestens 30 cm vornehmen

In der Leistungsbeschreibung sind hierfür gesonderte Ordnungszahlen vorzusehen!

Die Arbeiten sind nur bei trockener Witterung auszuführen. Die Lufttemperatur dürfen bei der Verwendung von heiß einzubauenden Baustoffen nicht unter 3°C liegen.

Die Temperatur des eingebauten Materials darf bei Freigabe für fließenden Verkehr nicht mehr als 40°C betragen, für ruhenden Verkehr nicht höher sein als die angrenzenden Asphaltbereiche.

Asphaltbeton (Warmeinbau) ist nur für Sofortmaßnahmen und für Straßen mit schwachem Verkehr vorzusehen. Wegen eintretender Nachverdichtung ist beim Einbau eine entsprechende Überhöhung vorzusehen.

Bei der Wahl von Mischgutart und –sorte sind wegen der ungünstigen Voraussetzungen für die Verdichtung Baustoffgemische mit kleinen Größtkorn und niedrig viskosen Bindemitteln zu wählen.

Verfüllen und Vergießen

Fugen, offene Nähte und klaffende Risse sind aufzuschneiden oder aufzufräsen.

Vor dem Verfüllen müssen die Kontaktflächen gereinigt und trocken sein. Das Trocknen der Kontaktflächen mit offener Flamme ist nicht gestattet. Das Verfahren setzt trockene Kontaktflächen voraus. Gegebenenfalls sind zusätzliche Maßnahmen vorzusehen, z.B. Trocknen mit Heißluft.

Um ein Absinken der Fugenvergussmasse zu verhindern, kann der Einbau einer abdichtenden Einlage vorgesehen werden. Die Tiefe des zu vergießenden Spaltes muss mindestens das 1,5 fache jedoch nicht mehr als das 3fache seiner Breite betragen. Unabhängig davon ist eine Mindestvergusstiefe von 15 mm vorzusehen.

Es sind Fugenvergussmassen nach den „Technischen Lieferbedingungen für bituminöse Fugenvergussmassen“ (TL bit Fug) zu verwenden.

Für den Voranstrich sind nur dünnflüssige, gut haftende Anstrichmittel zu verwenden. Voranstrichmittel und Vergussmasse bilden ein System; sie müssen aufeinander abgestimmt und auf ihr Verträglichkeit geprüft werden.

Aufrauhern

Durch mechanische Bearbeitung der Oberfläche werden Mörtelanreicherungen beseitigt und poliertes Splittkorn aufgerauht. Dadurch soll eine Erhöhung des Schärfegrades und Verbesserung der Grobrauheit erreicht werden.

Dieses Bauverfahren lässt sich am besten bei niedrigen Lufttemperaturen durchführen, wenn das abzutragende Material spröde ist; es eignet sich nicht bei erwärmter Deckschicht.