

PMMA-ABDICHTUNGEN MIT GUSSASPHALT – FÜR LANGLEBIGE BRÜCKENKONSTRUKTIONEN



Kostiantyn Medovnikov
International Business Development Manager –
SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION CHEMICALS



- Wie lassen sich Einsparungen beim Brückenbau erzielen und der geplante Zeitplan für die Bauarbeiten einhalten?
- Wie lässt sich die Lebensdauer der Bauwerke bei geringeren Wartungskosten verlängern?
- Wie lässt sich eine schnelle Verschlechterung der Bauwerksqualität vermeiden?
- Welche Anforderungen gelten für hochbeanspruchte Bauwerke hinsichtlich eines wirksamen Bautenschutzes wie Brückenbelagsabdichtung und -beschichtung?

BRÜCKE MIT AUFGETRAGENER FLÜSSIG-PMMA-ABDICHTUNG UND GUSSASPHALT-LAGEN



Year	Country	Project	Size, sqm
1988	Turkey	Bosphorus II Bridge	34000
1988	United Kingdom	Forth Road Bridge (Main Span - Northbound) (Eliminator)	7650
1989	United Arab Emirates	Al Garhoud Lift Span Refurbishment	1000
1991	Turkey	Bosphorus I Bridge	27000
1991	United Kingdom	Forth Road Bridge (Main Span - Southbound)	7500
1991	United Kingdom	Severn Road Bridge	70000
1994	Belgium	Viaduc de Beez	6838
1994	Turkey	Golden Horn Bridge (Halic)	25000
1996	Korea	Seo Kang Bridge	5200
1996	Turkey	Golden Horn Extension (Halic)	19300
1996	Turkey	Çubuk Bridge	12000
1997	China	Tsing Ma Bridge	74000
1997	Korea	Jung Neeung Bridge	4900
1997	Korea (South)	Sung Soo Bridge (Eliminator)	2900
1998	Turkey	Karatas Valley Bridge	24000
1998	United Kingdom	Forth Road Bridge (Main Span - Northbound)	7500
1999	Turkey	Mangavat Bridge	4800
2000	Kazakhstan	Irtysh River Bridge	21500
2000	United Kingdom	Avonmouth Bridge (Steel)	13000
2001	Turkey	Galata Bridge (Eliminator)	3000
2003	United Kingdom	A477 Cleddau Bridge	13781
2004	United Kingdom	Forth Road Bridge (Southbound - Main Span & both Side	5000
2006	United Kingdom	Foyle Bridge (Eliminator)	8000
2007	China	Chongqing Caiyuanba Yangtze River Bridge	16000
2008	China	Stonecutters Bridge	47500
2008	Ukraine	Gavan Bridge Kieb	18000
2008	United Kingdom	M5 Avonmouth Bridge (Southbound - Concrete)	32000
2008	United Kingdom	M5 Avonmouth Bridge (Southbound - Steel)	16000
2009	Ireland	Samuel Beckett Bridge (Eliminator)	4342
2009	United Kingdom	M5 Avonmouth Bridge (Northbound - Steel)	16000
2009	United Kingdom	M5 Avonmouth Bridge (Northbound - Concrete)	32000
2010	Poland	Most Brodzki we Wrocławiu	530
2011	Belgium	Pont 118, 223 & 453	4200
2011	Poland	Most przez Wisłę, Knybawa	9000
2011	Poland	Wiadukt w ciągu DK nr 21, Ustka	515
2011	Serbia	Gazela Bridge (Eliminator - Concrete)	44000
2011	Serbia	Gazela Bridge (Eliminator - Steel)	24000
2011	Switzerland	Rankwoogbrucke	800
2011	Switzerland	Ergolzbrücke im Grien	350
2011	Switzerland	Oerlikon Depoterweiterung BAV	1100
2012	Czech Republic	Decin Road Bridge	360
2012	Poland	Grodzki Bridge	590
2012	Russia	Golden Horn Bay Bridge, Vladivostok	23000
2012	Switzerland	Brücke Über Oristalstrasse	480
2012	Turkey	Halic Bridge Refurb	40000
2012	Turkey	Mehmet Fatih Sultan Bridge	37000
2012	Ukraine	Darnytsky Bridge	70000
2012	Ukraine	Paton Bridge Interchange	2600
2012	Ukraine	Dnipro Viaduct Interchange	4200
2013	Belgium	Viaduc de Polleur	2000
2013	China	Chongqing Qingcaobei Yangtze River Bridge	26700
2013	China	Chengdu Second Ring Road	190000
2013	Poland	Ring Road Kielce	5000
2013	Poland	Most Gen. Elizb.Zawacka przez Wisłę w Toruniu, nowy	60000
2013	Poland	Kielce Ring Road	5000
2013	Poland	Torun Viaduct	60000

2013	Switzerland	Meiringen	700
2013	Turkey	Bosphorus -II (refurb)	34000
2013	United Kingdom	A9 Kessock Bridge (Northbound)	12500
2014	United Kingdom	A9 Kessock Bridge (Northbound)	25000
2014	United Kingdom	A9 Kessock Bridge (Southbound)	12500
2015	Poland	Most im gen. Stefana Grota-Roweckiego w Warszawie	25500
2015	Poland	Budowa Drogowej Trasy Średnicowej odcinek G2 w	21000
2015	Poland	Most Łazienkowski w Warszawie	11000
2015	Poland	Most Rakowiecki we Wrocławiu	515
2015	Poland	General Stefan Grot-Rowecki Bridge, Warsaw	25500
2015	Poland	Express Highway G2 in Gliwice	21000
2015	Poland	Łazienkowski bridge, Warsaw	11000
2015	Poland	Rakowiecki bridge, Wrocław	500
2015	Poland	South Old Jagiellonski Bridge, Wrocław	500
2015	Poland	Martwa Wisła Tunnel, Gdańsk	18000
2015	Switzerland	Viaduc Kerzers	950
2015	United Kingdom	Northam River Bridge (Eliminator)	3118
2015	United Kingdom	Northam River Bridge	3118
2016	Belgium	Pont d'Yvoir	2500
2016	Belgium	Pont Machelen	1300
2016	Hungary	Ipari út bridge, Gyor	800
2016	Poland	Most Jagielloński Południowy Stary we Wrocławiu	550
2016	Poland	Budowa drogi ekspresowej S7 na odcinku Nidzica –	3800
2016	Poland	Most Muchoborski we Wrocławiu	250
2016	Poland	Wiadukt w ciągu ul. Chociebuskiej we Wrocławiu	1000
2016	Poland	Most przez rzekę Nogat w Malborku	3200
2016	Poland	Most Tczewski przez rzekę Wisłę w Tczewie	1800
2016	Poland	Most przez rzekę Wartę w Skwierzynie, DK 159	1500
2016	Poland	Budowa drogi ekspresowej S7 na odcinku Nidzica –	3800
2016	Poland	Wiadukt w ciągu ul. Chociebuskiej we Wrocławiu	1000
2016	Poland	Most Muchoborski we Wrocławiu	250
2016	Poland	Most przez rzekę Nogat w Malborku	3700
2016	Poland	Most Tczewski przez rzekę Wisłę w Tczewie	1800
2016	Poland	Most przez rzekę Wartę w Skwierzynie, DK 159	1500
2016	Turkey	Bosphorus -III	40000
2016	Turkey	Izmit Bay	76000
2017	Hungary	Gaja-brook Bridge, Szekesfehervar	300
2017	Luxembourg	Viaduc du Pulvermühle	7000
2017	Poland	Kościerzyna Ring Road, DK21	2000
2017	Poland	Clowy Bridge in Szczecin over Oder	4100
2017	Poland	Bridge over Wistula in Dęblin	4800
2017	Poland	Express Road S7 Miłomłyn – Olsztynek	31280
2017	Poland	S5 Poznań – Wrocław Expressway	3000
2017	Switzerland	SHP Baden	4000
2017	Switzerland	Pont du Chauderon	5600
2017	Switzerland	HardBrücke Zurich	5000
2018	China	Hong Kong -ZhuHai- Macau – bridge link	492000
2018	Poland	Otwock – Pilawa – Dęblin expressway	11800
2018	Poland	S7 Gdańsk – Elbląg expressway	38404
2018	Poland	S51 Olsztyn-Olsztynek Expressway	26954
2019	Poland	Bridge Legionów in Płock	5700
2019	Poland	Bridge over r. Warta in Oborniki	1900
2020	Poland	S5 Nowe Marzy - Bydgoszcz Expressway	5400
2020	Poland	S6 Szupsk – Gdańsk Expressway	15200
2020	Poland	Bridge Józefa Piłsudskiego in Toruń	9100
2021	Poland	Viadukt on S6 in Gdańsk	1100
2021	Poland	bridge Pomorskich in Wrocław	4300

2021	Poland	S5 Nowe Marzy – Bydgoszcz Expressway	27800
2021	Poland	S6 Słupsk - Gdańsk at Bożepole Wielkie Expressway	34700
2021	Poland	S7 Olsztyn (S51) - Płock (S10) Expressway	2100
2021	Poland	tunnel in Świnoujście under r. Świna	4500
2021	Poland	approaches to Warszaw Zachodnia	13500
2022	Poland	Road Bridge in Bydgoszcz	2200
2022	Poland	S7 Płock – Czosnów Expressway	16000
2022	Poland	S16 Olsztyn - Ełk Expressway	7100
2022	Poland	tunnel in Świnoujście under r. Świna	30000
2022	Poland	S61 Ełk South – Wysokie Expressway	5500
2022	Poland	Avenue Wielkiej Wyspy in Wrocław	24000
2022	Poland	Viadukt M06 in Katowice on A-4	1700
2022	Poland	approaches to Warszaw Zachodnia	5200
2023	Poland	Ring Road Koszalin and Sianow on S6 Expressway	30000
2024	Poland	S16 Olsztyn (S51) - Ełk - (S61) Expressway	1687
2024	Poland	S7 Płock – Czosnów Expressway	11172
2024	Poland	S6 Ring Road Koszalin and Sianow	23550
2024	Poland	DK65 Road on Gałki - Ełk	1219
2024	Sweden	Stokholm ring Road	8500
2025	Switzerland	Bern Bridge	8200
Total			2,499,853.00



**Stonecutters
Brücke, Hong
Kong, China**



**Tsing Ma Brücke,
Hong Kong, China**



Irtysh River Brücke, Kasachstan



Forth Road Brücke, England



**Gen. Elizbieta Zawacka Brücke
Torun, Polen**



Humen Brücke, Hong Kong, China



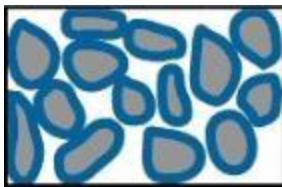
Dnipro Bay Brücke, Kiew, Ukraine



Avonmouth Brücke, M5, England



Gazela Brücke, Belgrad, Serbien



2 WICHTIGE GLEICHUNGEN!



Schlechte Verdichtung = Hohlräume = Eindringen von Wasser = Frost-Tau-Wechsel = Aufbrechen des Asphalt = Erneuerung der Fahrbahndecke = Zufriedener Bauunternehmer = Unzufriedener Kunde 😠



Schlechte Haftung = Wasser zwischen den Schichten = Bewegung im Asphalt = Spurrinnenbildung = Zerfall des Asphalt = Verringerte Steifigkeit = Strukturelle Belastung = Keine Brücke



- 100% wasserdicht
- Hohe Beständigkeit gegenüber Chemikalien, Chloriden und hohen Verkehrsbelastungen
- Anwendbar unter den unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen
- Hohe Haftfestigkeit mit dem Untergrund
- Kompatibel mit und haftet auf heißen Oberflächen
- Schnell und einfach anzuwenden
- Einfache, effektive Detailausgestaltung
- Ganzjährig anwendbar
- Nach einer Stunde befahrbar
- Hohe Beständigkeit gegenüber Beschädigungen und Witterungseinflüssen
- Leicht zu reparieren
- Effektive Rissüberbrückung
- Lange Lebensdauer und hohe Wirksamkeit



- BLASEN
- VERFORMUNGEN

- VERMINDERTE (VERKEHRS-) SICHERHEIT

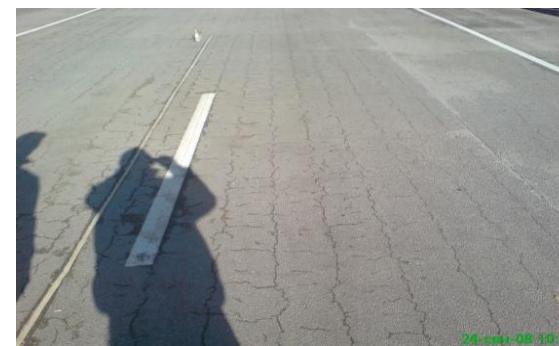


- AUSBRÜCHE

- RISSE
- BESCHÄDIGUNGEN

Mängel bei der Planung und Umsetzung – Ursache für 90 bis 95% der Brückenbelags-Fehler

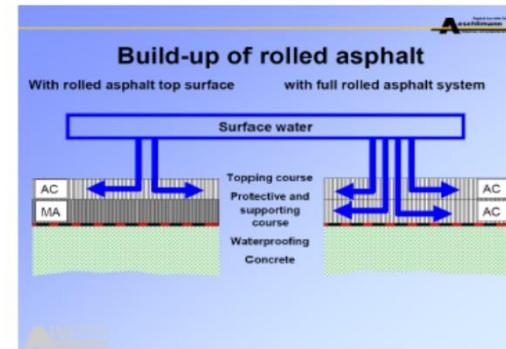
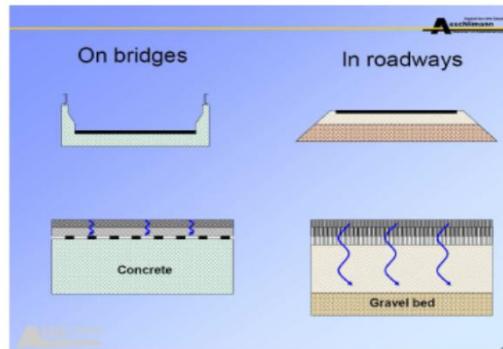
Probleme mit der Belagsoberfläche,
wenn keine Reduktion mechanischer
Spannungen und keine Verbundwirkung
erzielt wird.



Oberflächenausgestaltung – Brückenbeläge sind KEINE Straßen!



- Brückendecken (aus Beton oder Stahl) sind komplexe Bauwerke
- Das Gewicht/die Dicke des Asphalt muss minimiert werden (Eigengewicht)
- Vibrationswalzen sind nicht erwünscht (strukturelle Schäden)
- Erhöhte Komplexität durch Fugen und Entwässerung (Spannungsstellen)
- Gussasphalt MUSS eine GUTE Haftung zur Abdichtung aufweisen (Wasserdichtigkeit / Spurrinnenbeständigkeit / Verbundwirkung)
- Brückendecks sind niedrigeren Lufttemperaturen und Wind ausgesetzt (schnelle Abkühlung des Gussasphalts wie auch der Zwischenschichten)
- Brücken sind nicht frei entwässernd, sie halten Wasser zurück



- Reduzierte Eigenlast erhöht die Nutzlastkapazität = Reduzierte Auflasten verlängern die Lebensdauer der Brückenbauteile
- 2- bis 3-mal längere Lebensdauer als bei AC oder HRA
- Reduzierter Wartungsaufwand (weniger Kosten durch Verkehrsbehinderungen/Staus)
- Gleichmässige Verlege-Temperatur
- Genauigkeit bei der Verlegung und bei Ausgleichsarbeiten = Gleichmässige Ebenheit der Oberfläche = Normkonforme Deckschichten mit guter Aktivierung der Haftschicht
- Hohe Leistung, minimale Sperrungen
- Reduzierter Lärm in städtischen Gebieten
- Undurchlässigkeit = Keine Schäden durch Frost-Tau-Wechsel oder Abblättern = Weniger komplexe Entwässerungsvorrichtungen = Verlängert die Lebensdauer von Dehnungsfugen
- Bereits 40 mm GA bieten ausreichende Steifigkeit, fast keine Hohlräume und eine hervorragende Verschleissfestigkeit.
- In Kombination mit einer hochleistungsfähigen, flüssig aufgetragenen Abdichtung und einer hochwertigen Haftschicht bietet MA/GA eine erstklassige Lösung für die Abdichtung von Brückenkonstruktionen.
- Hervorragende Erfahrungen mit Eliminator und Gussasphalt (GA).



WECHSELWIRKUNG ZWISCHEN ASPHALTBELAG UND ABDICHTUNG

- Die Verkehrsbelastung beansprucht den Verbund zwischen dem Asphalt und der Fahrbahntafel

- Dies kann zu einem vorzeitigen Versagen des Asphalt führen

- Um dies zu vermeiden, ist eine gute Haftung zwischen Asphalt und Abdichtung erforderlich

- Der Asphalt wird direkt auf das Abdichtungssystem aufgebracht
- Durch die Verkehrsbelastung der Brücke wird die Grenzfläche zwischen Asphalt und Abdichtung beansprucht
- Dieser Effekt verstärkt sich, wenn sich Wasser im Asphalt befindet – hydrostatischer Druck
- Ohne einen wirksamen Verbund kann der Asphalt vorzeitig versagen
- Haftbrücken werden verwendet, um **einen festen Verbund** zwischen dem Abdichtungssystem und dem Asphaltbelag herzustellen und den Asphalt so vor vorzeitigem Versagen zu „schützen“

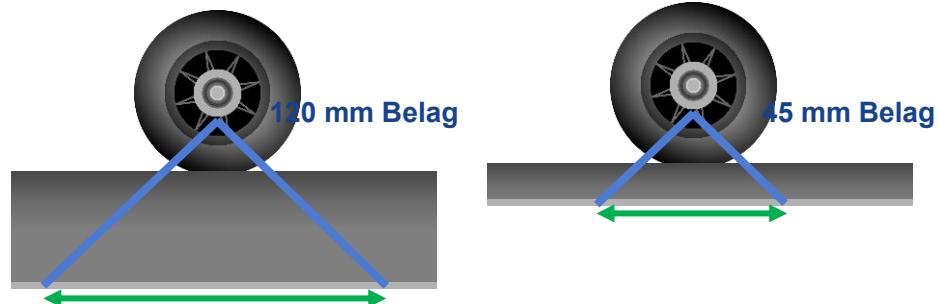


AUSWIRKUNGEN DER DICKE DES ASPHALTBELAGS

Ein dünnerer Asphaltbelag konzentriert die Belastungsspannung auf eine kleinere Fläche



- Trend zu dünneren Asphaltbelägen zur Reduzierung der Eigenlasten auf Brücken
- Dünnerne Asphaltbeläge erhöhen die Beanspruchung an der Grenzfläche zwischen Belag und Abdichtung
- Nationale Normen fordern zunehmend höhere Haftwerte für Beläge mit geringerer Dicke und für stark beanspruchte Bereiche

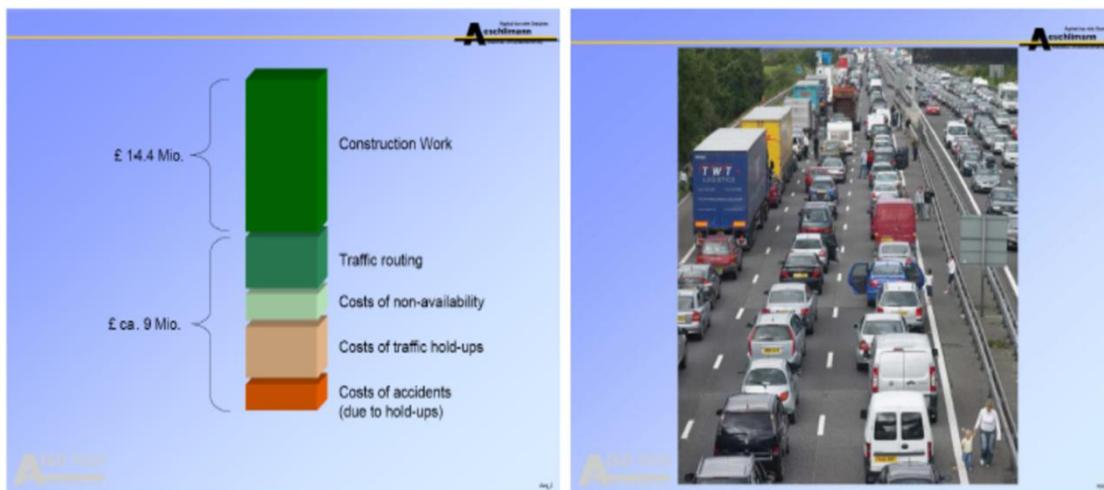


UK HA CD358: Die Anforderungen an die Haftung steigen mit abnehmender Belagsdicke

Test	Testing temperature	Surfacing thickness (mm)		
		≥120	90-<120	60-<90
(1) Tensile adhesion: waterproofing system to concrete	-10°C	0.3 MPa	0.5 MPa	0.7 MPa
	23°C	0.3 MPa	0.5 MPa	0.7 MPa
	40°C	0.2 MPa	0.3 MPa	0.3 MPa
(2) Shear bond: surfacing to waterproofing system	-10°C	0.3 MPa	0.3 MPa	0.4 MPa
	23°C	0.3 MPa	0.3 MPa	0.4 MPa
	40°C	0.1 MPa	0.15 MPa	0.15 MPa
(3) Tensile bond: surfacing to waterproofing system	23°C	0.4 MPa	0.45 MPa	0.5 MPa

- Disruption limitation - major aim to reduce the impact on road users.
- Keep traffic flowing as freely as possible ensuring three lanes of traffic, in both directions,

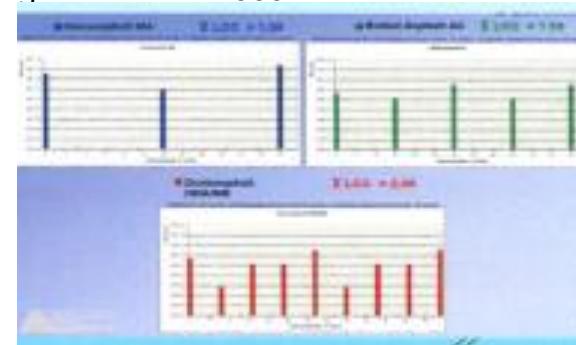
- Verkehrsmanagement
- Kosten durch Verkehrsstaus
- Kosten durch Auffahrunfälle usw. infolge von Staus



Der Brückenbelagsaufbau sollte bereits an der Oberfläche wasserdicht sein. Eine dichte Gussasphaltdeckschicht lässt kein Wasser in den Belag eindringen. Aus diesem Grund ist eine Zerstörung des Belags durch einsickerndes Wasser (im Winter Salzwasser) und die daraus resultierende Pumpwirkung ausgeschlossen. Die Lebensdauer des Belagsaufbaus kann dadurch um das Drei- bis Fünffache verlängert werden.

Durch bessere Qualität wird sichergestellt, dass weniger Wartung erforderlich ist. Bei langfristiger Betrachtung (Lebenszykluskosten), berechnet über einen

Zeitraum von 60 Jahren, können Kosteneinsparungen von bis zu 300 % erzielt



Die Entwurfsziele für die Gussasphalt-Rezeptur umfassen im Allgemeinen:

Die Asphaltsschichten müssen eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen.

Die einzelnen Asphaltsschichten müssen vollflächig miteinander verbunden sein.

Die Haftung des Asphalt auf der Eliminator-Abdichtung muss vollflächig konstant hoch sein.

Die Anpassung der Rezeptur sollte so erfolgen, dass das Asphaltmaterial nicht zu hart ist und zu Ermüdungsrisse neigt.

Der Asphalt sollte unter extremen Verkehrsbelastungen widerstandsfähig gegen Spurrinnenbildung sein.

Der gesamte Verbund sollte langfristige Verschleißfestigkeit bieten.

Der Verbund sollte nur minimalen Wartungsaufwand erfordern.

Whole Life Costs – Avonmouth Bridge



Predicted cost saving = **£118 m**
over 80 year life of the structure
(compared to using HRA on the concrete
approaches and Epoxy Asphalt on the steel)

Assumed Life expectancy

(for the calculation)

HRA = 12 years

Gussasphalt = 20 years (**conservative**)

Includes £86 m Traffic Delays (QUADRO)

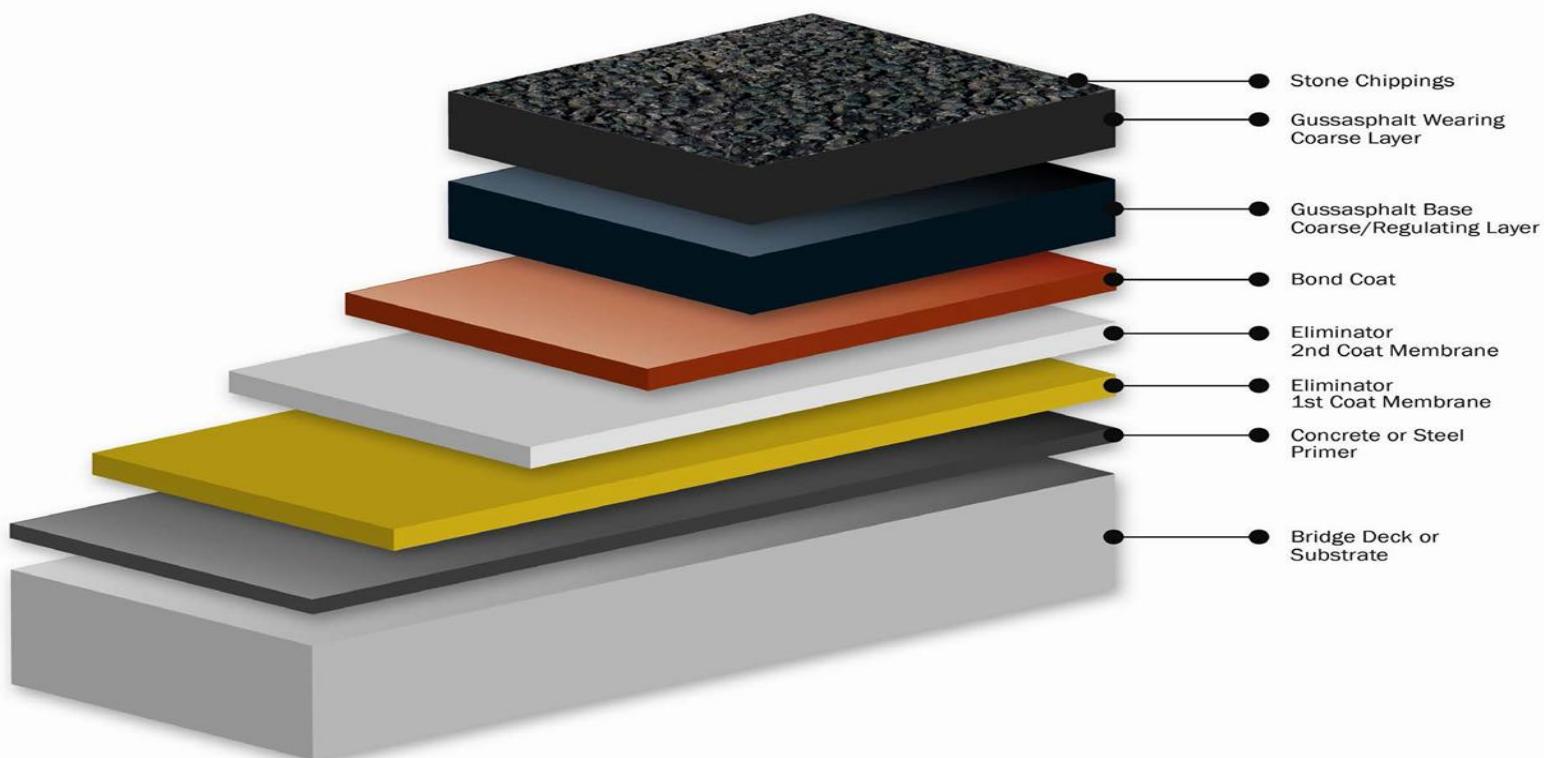
InterRoute Area 2
910 Hempton Court
Aztec West
Almondsbury
Bristol
BS32 4SR

M5 Avonmouth Bridge Waterproofing and Resurfacing Whole Life Costing

March 2007

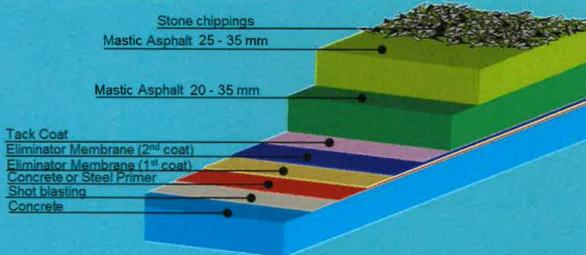
Mott MacDonald
Mott MacDonald House
111 St Mary's Road
Sheffield
S2 4AP
UK
Tel : 44 (0)114 2761242
Fax : 44 (0)114 2724699

2299201/A - 7 February 2007
M5 Avonmouth Network Value (MNV) Renewal scheme/Roads Renewal/212 M5 Avonmouth Bridge Resurfacing/0 Document/Whole Life Costing
Report/Whole life costing report Rev A1.dwg/MWII



Waterproofing with ELIMINATOR and Gussasphalt surfacing

SYSTEM CONSTRUCTION



Advantages

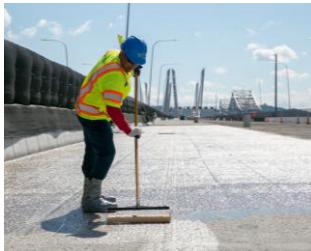
- + Bonding concrete base / waterproofing layer / surfacing construction
- + Sealing of complicated edging
- + No extreme effect of heat and cold on concrete construction
- + Bond strength over total area
- + Simple edging details
- + No surface drainage necessary
- + High laydown rate
- + Durability – Resistant to site damage
- + Tolerant of high temperature and high humidity

EINFACHER EINBAU MIT QUALITÄTSKONTROLL EN VOR ORT

Oberfläche
Vorbereitung



Grundierung



Qualitätsprüfung 1
Haftungsprüfung



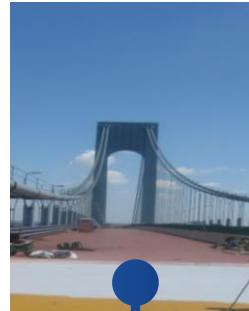
Membran
1. Schicht



Qualitätsprüfung 2
Nassschichtdicke



Membran
2. Schicht



Haftbrücke



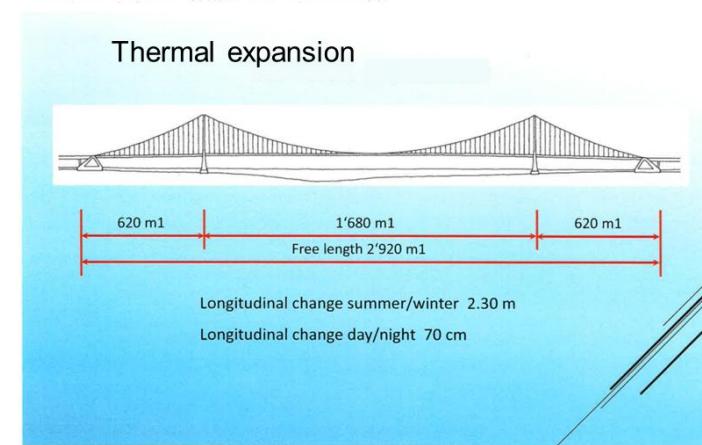
Qualitätsprüfung 3
Prüfung der Membranintegrität



EINBAU VON GUSSASPHALT BEI 240 °C



- Maximale Brückendurchbiegung.
- Schwingungen/Vibrationen des Brückentragwerks.
- Maximale Sommertemperatur
- Minimale Wintertemperatur
- Maximale Längenänderung des Tragwerks im Sommer/Winter
- Achslasten
- Verkehrsintensität
- LKW-Anteil
- Fließender/stehender Verkehr
- Stop-and-Go-Verkehr



90–95 % der Schäden an Fahrbahnbelägen auf Brücken werden durch Systemmängel bei der Planung und Ausführung der Arbeiten verursacht.

Die Hauptgründe dafür sind:

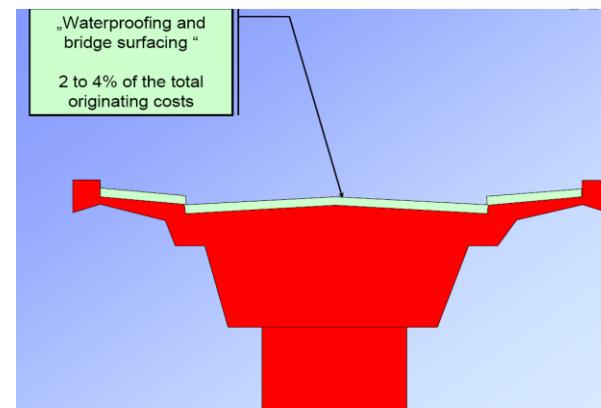
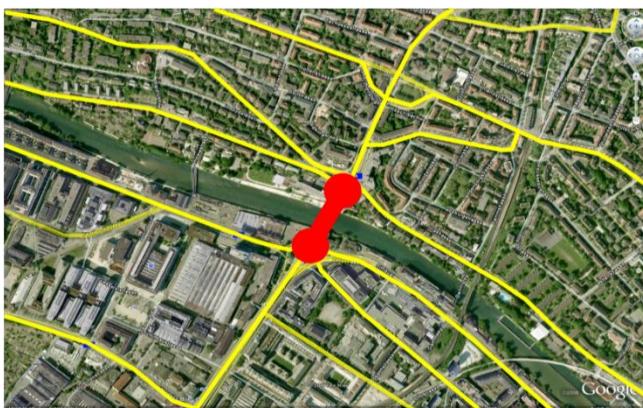
- ↳ Blasenbildung im Belagskörper;
- ↳ Verformung des Brückenbelags;
- ↳ Risse im Fahrbahnbelag / Auflösung des Belags und Ausbrüche;
- ↳ Unebene Fahrbahnoberfläche durch das Tragwerk sowie Zusatzlasten und Beanspruchung;
- ↳ Die Verkehrssicherheit ist beeinträchtigt.



Die Kosten für die Herstellung des Fahrbahnbelags (Abdichtung und der Belag selbst) betragen ca. 1,5–2 % der Gesamtkosten des Brückenbaus

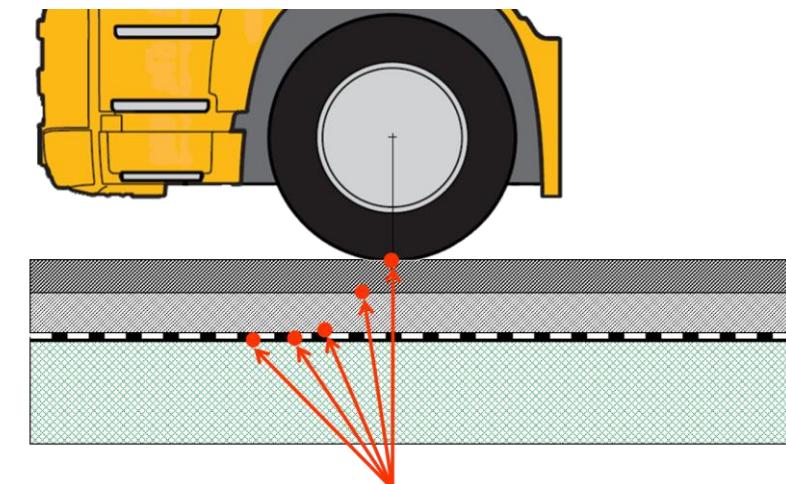
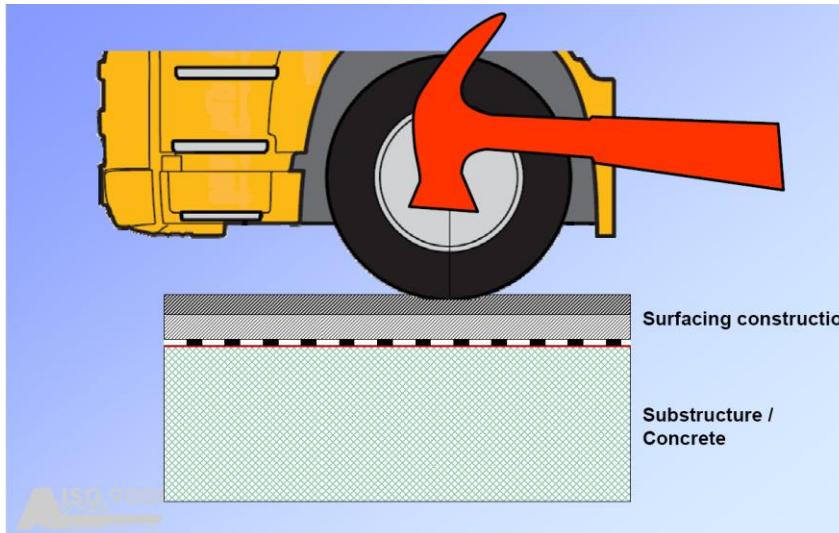
Verbesserte Brückenbelagskonstruktionen, die internationalen Standards entsprechen, erfordern zusätzliche 1,5–2 % der Kosten. Dank der zusätzlichen Investitionen kann die Lebensdauer des Fahrbahnbelags um das Drei- bis Fünffache verlängert werden, und der Schutz des Brückentragwerks bleibt länger erhalten.

Die Verlängerung der Lebensdauer des Brückenbelags und die Verringerung des Bedarfs an präventiver Wartung und Instandsetzung erhöht die Verfügbarkeit der Brücke.



Für offene Strecken erfordern die technischen Anforderungen in der Regel eine Belagstärke von 25 bis 30 cm. Solange ein Verbund zwischen den Asphaltsschichten besteht, ist der mehrschichtige Aufbau des Belags in sich stabil und kann die Last wirksam auf den Untergrund verteilen. Brückenbeläge werden mit geringerer Dicke konzipiert, um das Gewicht zu reduzieren; ihre Dicke beträgt etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtdicke eines normalen Straßenbelags. Folglich treten in den Belagsschichten hohe Spannungen auf, weshalb es extrem wichtig ist, dass der Verbund zwischen allen Schichten dauerhaft gegeben ist und nicht nur während des Einbaus „funktioniert“.

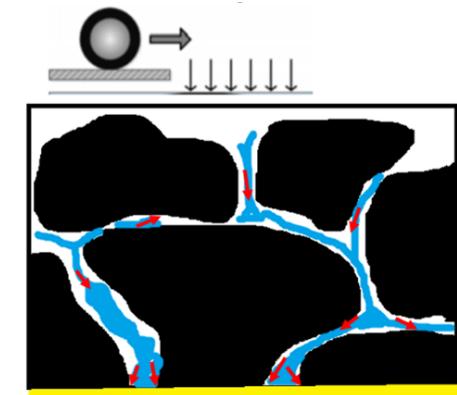
Der Belag gleicht einem Amboss



Зчеплення між шарами

Infiltrating water has a washing effect; the water being pressed in and sucked out again, damages the binder on the stone granules.

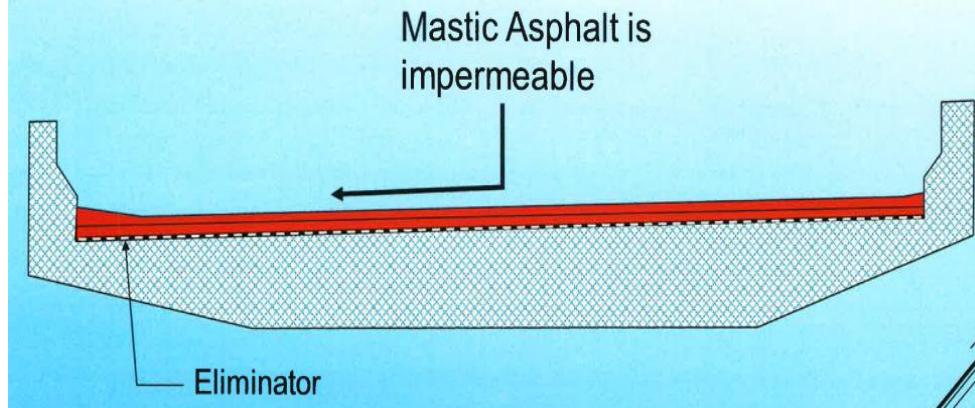
Backwater in the surfacing above the waterproofing leads to damage in winter frost conditions.



- Traffic loading induces pore water pressure inside partially or fully saturated interconnecting voids.
- Such pressures can promote crack evolution and propagation within the asphalt;
- Filling the voids at the interface mitigates this effect.

No infiltration of water into the surfacing structure

Bridge construction with Mastic Asphalt



Haftwert zwischen Abdichtung und der Tragschicht $> 0,6 \text{ N/mm}^2$

The entire structure is waterproof.

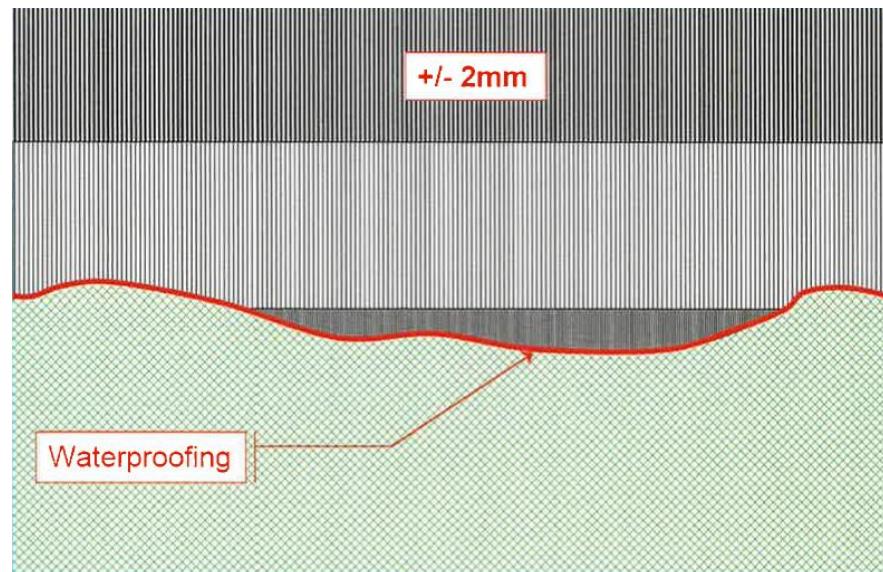
- ↳ Excellent adhesion of all layers.
- ↳ Stable road surface structure.
- ↳ Waterproofing according to system requirements.

The result is a bridge road surface design that protects the engineering structure and ensures high road safety, as well as practically no maintenance required for 25-35 years.

Dense, long-lasting bridge surfacing structures with Gussasphalt, guarantee that

- ↳ no water is able to infiltrate the surfacing structure,
- ↳ the concrete supporting structure does not have any unevenness.

System-matched waterproofing and perfect bonding of all courses, ensure a long service life with no maintenance of the waterproofing and bridge surfacing.



Besten Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

