



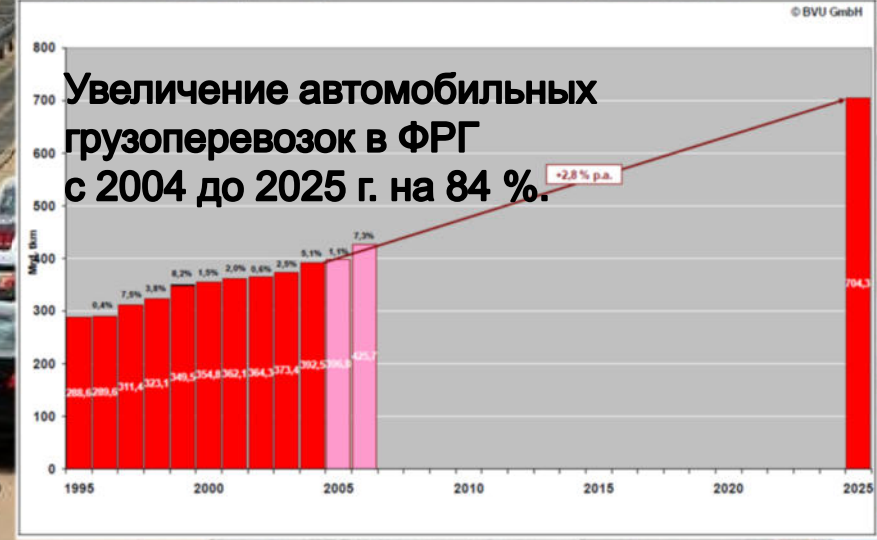
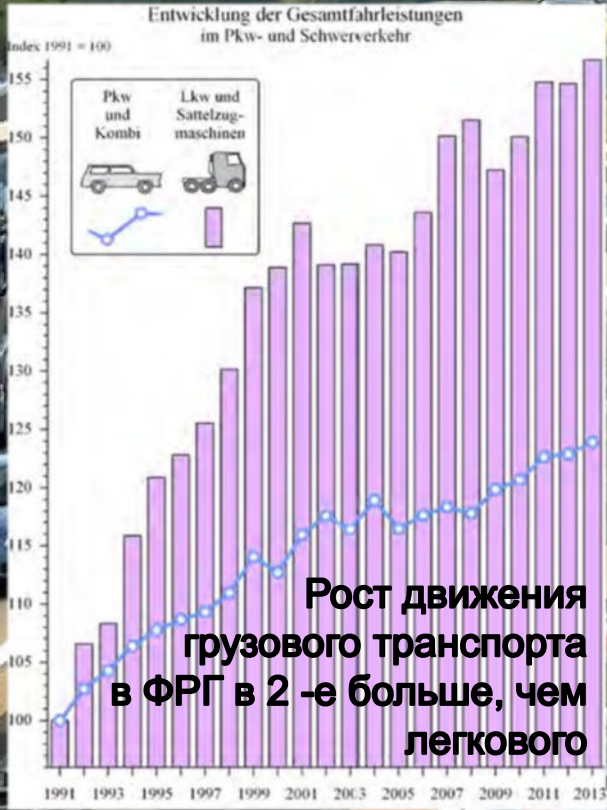
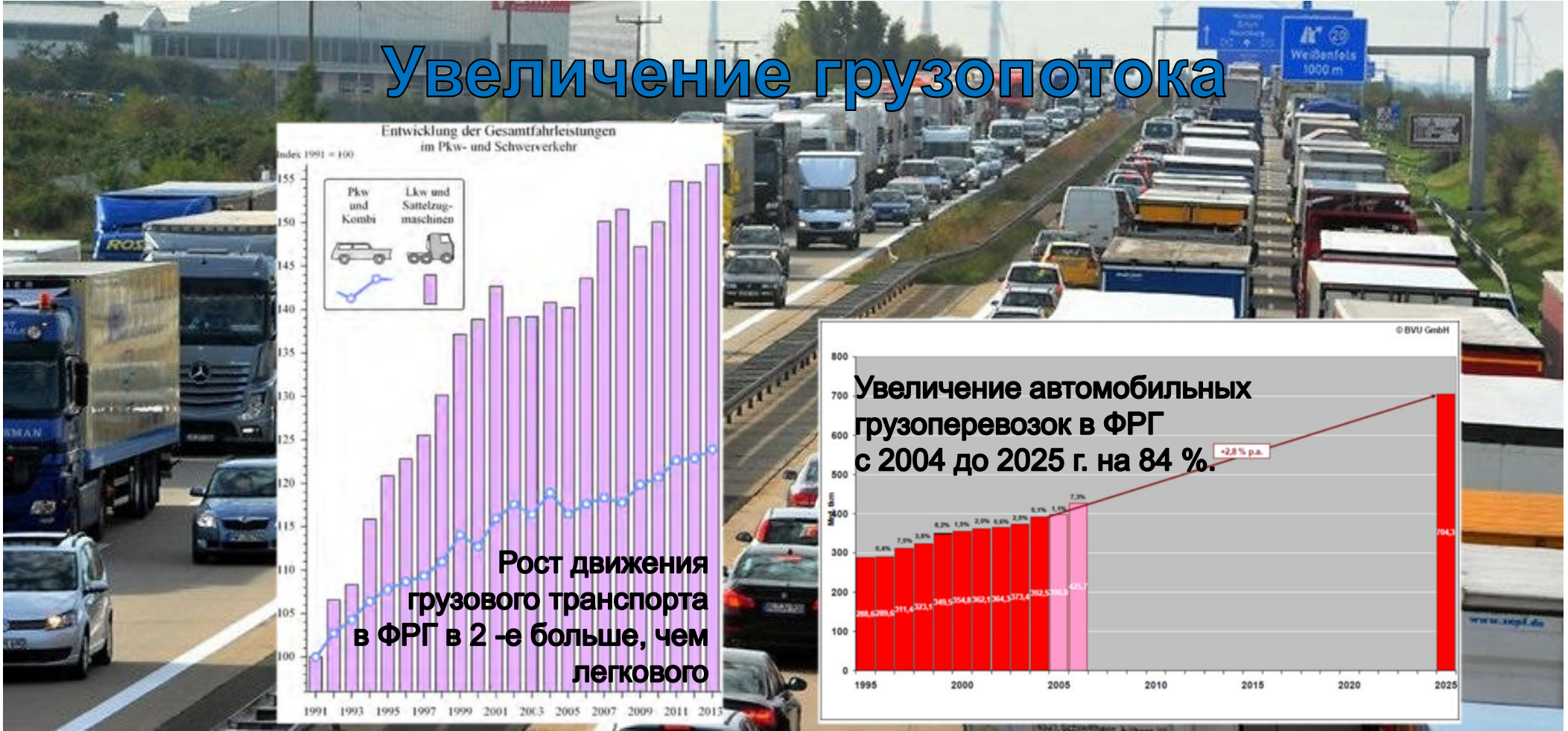
Технология устройства и эффективность  
двухслойных цементобетонных  
покрытий автомобильных дорог

Алекс Эккерт  
STRABAG Grossprojekte GmbH



**STRABAG**  
TEAMS WORK.

# Увеличение грузопотока





## Проблема дорожных строительных материалов - на примере РФ

... Предусмотренное нацпроектами существенное наращивание объемов строительства жилья и **дорог** может привести к росту загрузки мощностей по производству наиболее востребованных стройматериалов — песка, **щебня и битума** до критически высокого уровня в 82–95%,...  
... это в свою очередь может создать риски возникновения **дефицита мощностей и самих материалов**, а также способно спровоцировать рост цен на этом рынке...

...Наибольшие опасения у Минэкономки вызывают риски **существенного удорожания битума** — при прогнозируемом росте потребления до 48% уровень загрузки мощностей достигнет 86%, а в периоды пикового спроса — 100%

...Более благополучна ситуация с потреблением цемента — его рост к 2024 году прогнозируется до 66% (по сравнению с 2018-м). Сейчас, констатирует Минэкономки, имеется достаточное количество производственных мощностей...

«Ввиду их достаточности и сбалансированной географической диверсификации возникновение риска нехватки производственных мощностей, а также значительного роста цены представляется маловероятным», — считают в ведомстве...

*Газета "Коммерсантъ" №78 от 07.05.2019*

## Дорожные покрытия: бетон / асфальт

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10							
		B [Mio.]				> 10 - 32				> 3,2 - 10							
		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85				
Dicke des frostsich. Oberbaus <sup>1)</sup>																	
<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht</b> <b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>																	
1.1	Betondecke				27				26				25				
	Vliesstoff <sup>6)</sup>																
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	▼120			15	▼120			15	▼120			15				
	Frostschutzschicht	▼45			Σ42	▼45			Σ41	▼45			Σ40				
	Dicke der Frostschutzschicht	-			33	43	-			24	34	44	-			25	35
1.2	Vliesstoff <sup>6)</sup>				27				26				25				
	Verfestigung																
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-	▼45			20	▼45			15	▼45			15				
	Frostschutzschicht	▼45			Σ47	▼45			Σ41	▼45			Σ40				
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	8 <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	28	38	14 <sup>1)</sup>	24	34	44	15 <sup>1)</sup>	25	35	45				
1.3	Betondecke				27				26				25				
	Vliesstoff <sup>6)</sup>																
	Verfestigung				25				20				20				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -enggestuft gemäß DIN 18196-	▼45			Σ52	▼45			Σ46	▼45			Σ45				
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	3 <sup>1)</sup>	13 <sup>1)</sup>	23	33	9 <sup>1)</sup>	19	29	39	10 <sup>1)</sup>	20	30	40				

Цементобетон - 27 см

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10							
		B [Mio.]				> 10 - 32				> 3,2 - 10							
		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85				
Dicke des frostsich. Oberbaus <sup>1)</sup>																	
<b>Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht</b>																	
1	Asphaltdecke				12				12				12				
	Asphalttragschicht	▼120			22	▼120			18	▼120			14				
	Frostschutzschicht	▼45			Σ34	▼45			Σ30	▼45			Σ26				
	Dicke der Frostschutzschicht	-			31 <sup>1)</sup>	41	51	25 <sup>1)</sup>	35	45	55	29 <sup>1)</sup>	39	49	59		
<b>Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln</b> <b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>																	
2.1	Asphaltdecke				12				12				12				
	Asphalttragschicht				14				10				8				
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	▼120			15	▼120			15	▼120			15				
	Frostschutzschicht	▼45			Σ41	▼45			Σ37	▼45			Σ35				
Dicke der Frostschutzschicht	-			24	44	-			28	38	48	-			30	40	50
2.2	Asphaltdecke				12				12				12				
	Verfestigung				18				15				15				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-	▼45			Σ45	▼45			Σ41	▼45			Σ37				
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	10 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	30	40	14 <sup>1)</sup>	24	34	44	18 <sup>1)</sup>	28	38	48				

Асфальтобетон - 26 см

## Ориентировочная стоимость материала дорожного покрытия в ФРГ

Цементобетон 27 см (22+5)			Асфальтобетон 26 см (14+8+4)		
0,22 м (Нижний слой)	x 60,00 €/м <sup>3</sup>	=13,20 €/м <sup>2</sup>	0,14 м x 2,40 т/м <sup>3</sup> = = <b>0,336 т/м<sup>2</sup></b> (Нижний слой)	x 30,00 €/т	=10,08 €/м <sup>2</sup>
0,05 м (Верхний слой)	x 90,00 €/м <sup>3</sup>	=4,50 €/м <sup>2</sup>	0,08 м x 2,40 т/м <sup>3</sup> = = <b>0,192 т/м<sup>2</sup></b> (Биндер)	x 50,00 €/т	=9,60 €/м <sup>2</sup>
			0,04 м x 2,40 т/м <sup>3</sup> = = <b>0,096 т/м<sup>2</sup></b> (Верхний слой ЦМА)	x 60,00 €/т	=5,76 €/м <sup>2</sup>
<b>Суммарно на 1 м<sup>2</sup> покрытия:</b>		<b>17,70 €/м<sup>2</sup></b>	<b>Суммарно на 1 м<sup>2</sup> покрытия:</b>		<b>25,44 €/м<sup>2</sup></b>

## Основные преимущества цементобетонных покрытий:

- Высокая несущая способность с существенным запасом прочности
- Стабильность формы (также при воздействии высоких и низких температур)
- Хороший коэффициент сцепления
- Светлая поверхность, облегчающая ориентацию в темноте
- Экологически благоприятный вид строительства в связи с длительным сроком эксплуатации и возможностью повторного использования рециклированных материалов (бетона)
- Экономия топлива при движении автотранспорта из-за меньшего коэффициента трения качения при контакте колес с покрытием
- Длительный срок эксплуатации без необходимости существенных ремонтных работ

## Более 70 лет эксплуатации!

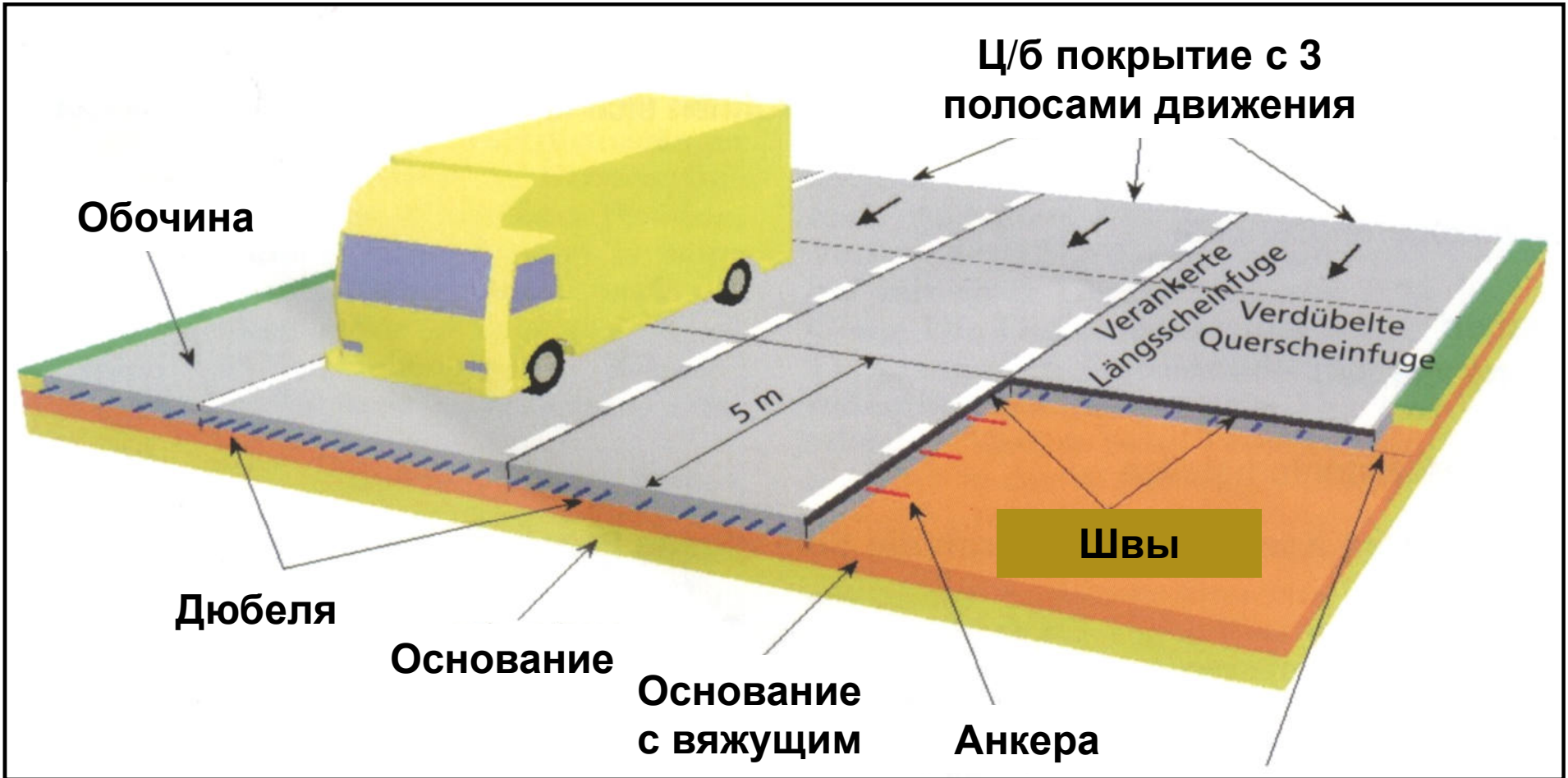


Автобан Берлин - Штеттин 1936 г.



Участок автобана А11 Берлин - Штеттин  
с оригинальным ц/б покрытием (ок. 2010 г.)









<b>Характеристики</b>	<b>Бетон нижнего слоя (с заполнителем 0/32 мм)</b>	<b>Бетон верхнего слоя (с заполнителем 0/8 мм)</b>
Прочность бетона на сжатие	С 30/37	
Прочность бетона на изгиб	F 4,5	
Содержание цемента	350 кг/м3	420 кг/м3
Заполнитель	песок 0/2, гравий 2/8, 8/16, 16/32	песок 0/2, щебень 2/5, 5/8
Хим.добавки	Воздухововл. добавка, при необходимости пластификатор	Воздухововл. добавка, пластификатор
Среднее кол-во воздушных пор	4,0 % от объёма	5,5 % от объёма

Сравнение основных характеристик материалов используемых в верхнем слое (по описанной далее технологии "waschbeton" с максимальным размером фракции заполнителей 8 мм) и в нижнем слое ц/б покрытия в соответствии с требованиями немецких нормативов ZTV Beton-StB 07 и TL Beton-StB 07.

Характеристики	Верхний слой (5 см)	Нижний слой (22 см)
Максимальный размер фракций заполнителя	8 мм	32 мм
Допустимая лещадность заполнителя	15%	50 %
Количество дроблёных зёрен в заполнителе	90-100%	не нормируется
Сопrotивляемость полированию заполнителя	PSV 53	не нормируется



**Истираемость**



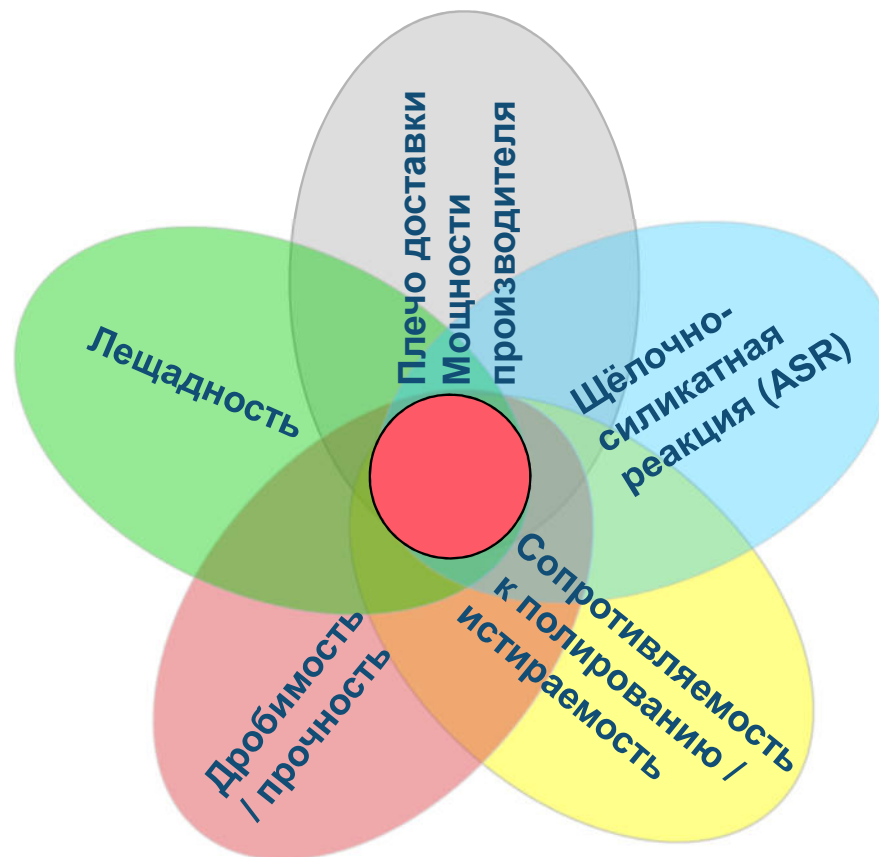
При условии достижения требуемых характеристик покрытия (истираемость, коэффициент сцепления, шумопонижение) и при устройстве покрытия в два слоя потребуется в 5,4 раза меньшее количество ( $27 \text{ см} / 5 \text{ см} = 5,4$ ) высококачественного щебня.



**верхний  
слой**

**нижний  
слой**

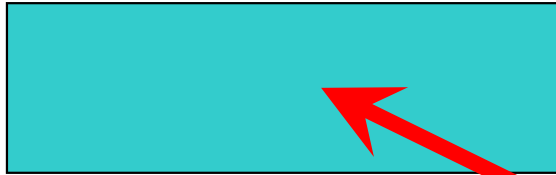
## Доступность / выбор минеральных заполнителей



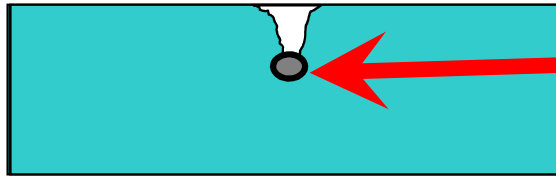




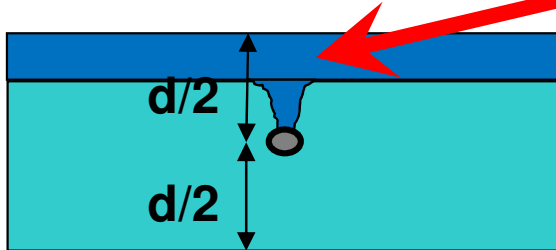
Уложенный и  
уплотнённый  
нижний слой  
бетона



Установка  
дюбелей в  
нижний слой



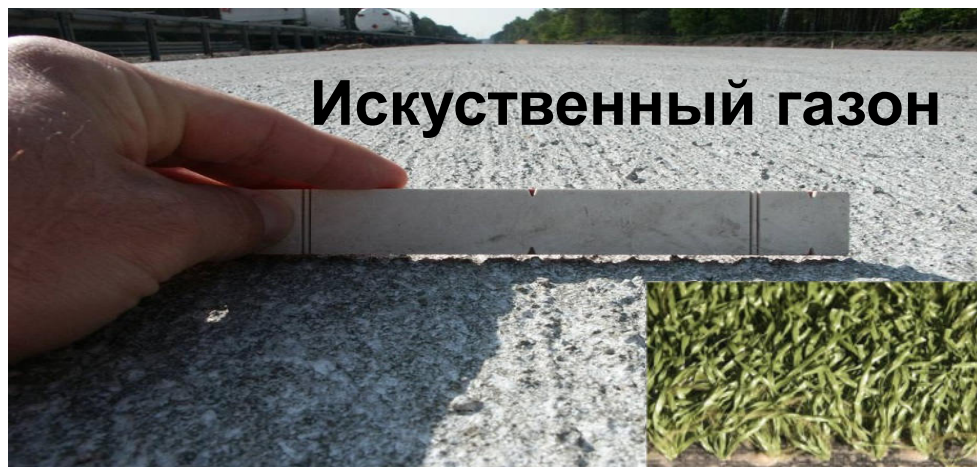
Заполнение  
возникших  
пустот  
уплотнённым  
бетоном  
верхнего слоя



Направление  
движения











Производство бетона



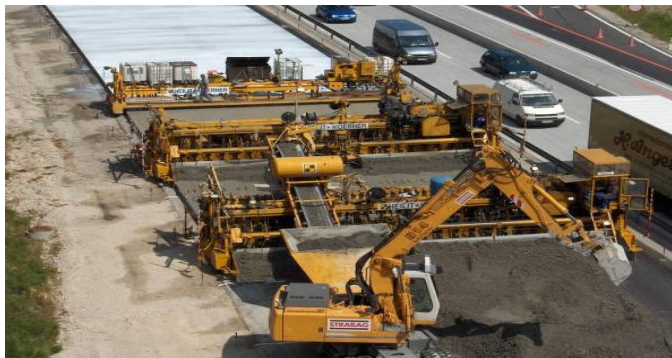
Бетоноукладочный комплекс



Разгрузка 2 сортов бетона



2-слойная укладка бетона



Устройство 2-слойного  
цементобетонного покрытия



Нанесение комбинированного  
средства (замедлитель+кюринг)



Определение момента для  
обнажения заполнителя



Обнажение заполнителя



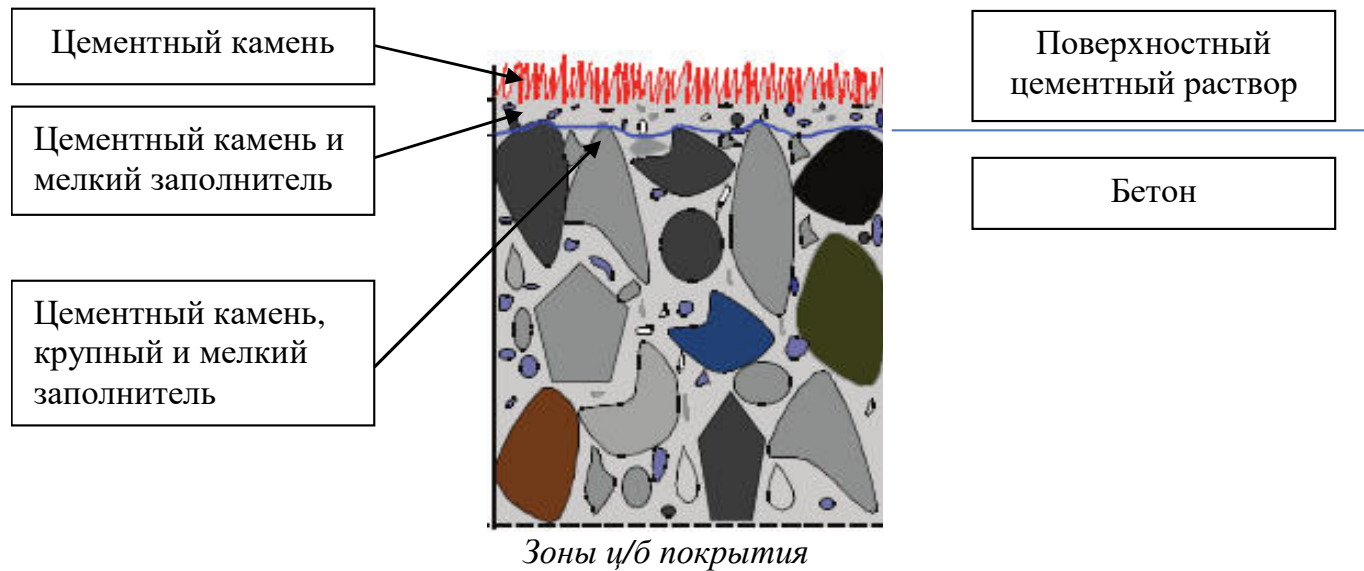
Нанесение кюринга  
(плёнкообразующего слоя)



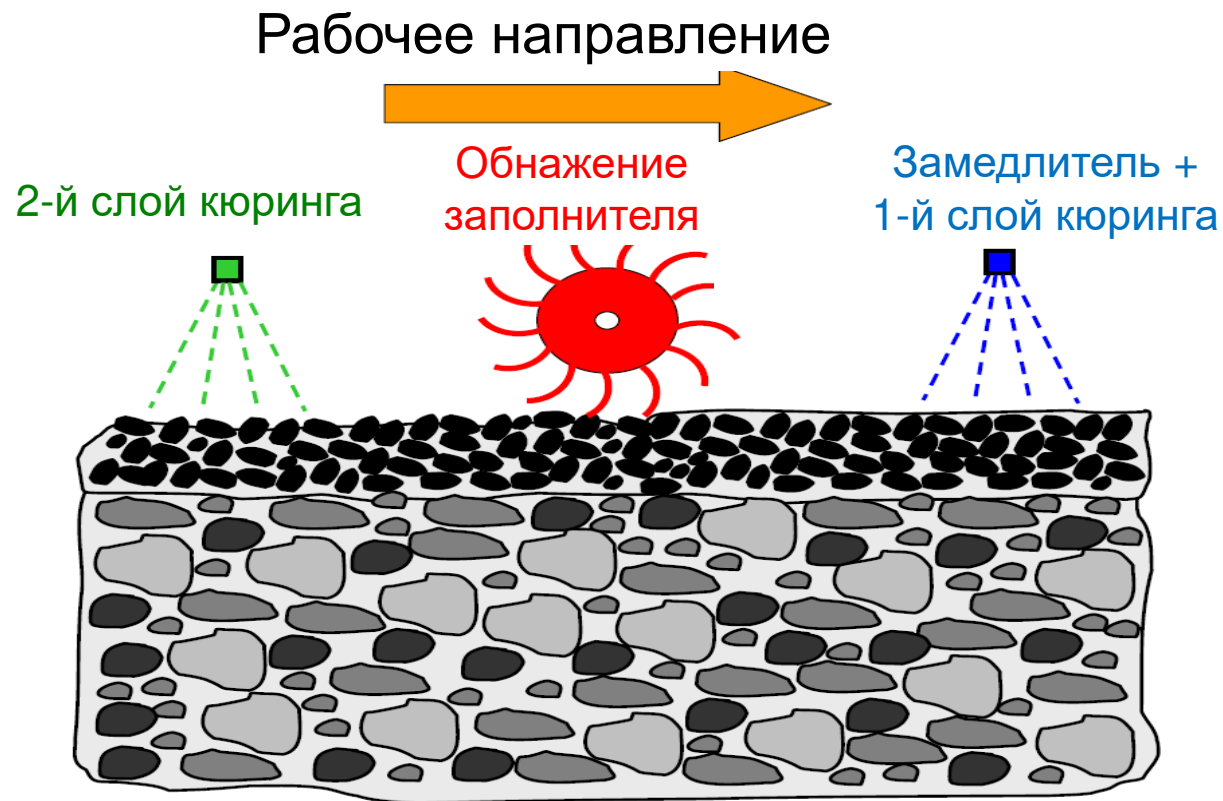
Поверхность с обнажённым  
заполнителем



В отличие от других форм текстурирования ц/б покрытий, создающих шероховатость практически только в поверхностном слое цементно-песчаного камня, при применении технологии "waschbeton" шероховатость создаётся за счёт обнажения инертного заполнителя, имеющего значительно лучшую сопротивляемость к истиранию и полированию



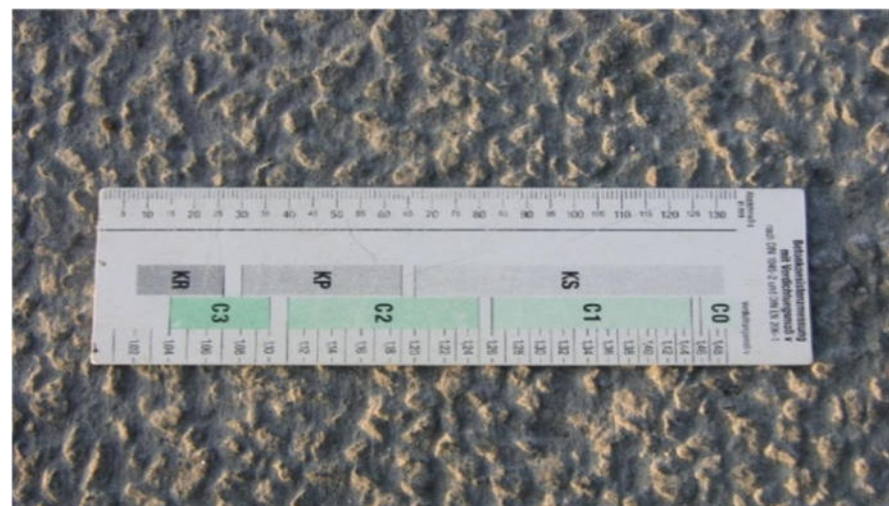
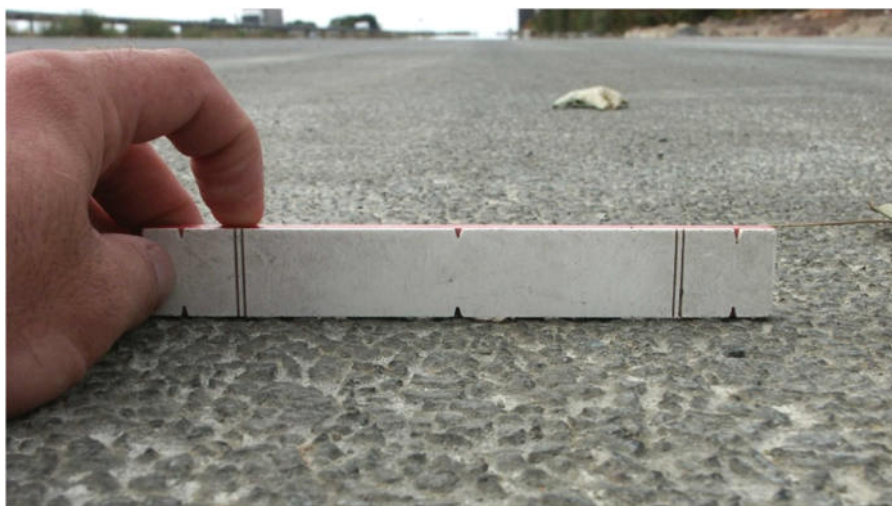




Принцип создания поверхности "waschbeton"  
(бетон с обнажённым заполнителем)

## Преимущества цементобетонного покрытия с обнажённым заполнителем ("waschbeton"):

- Долгосрочно хороший коэффициент сцепления
- Снижение уровня шума на - 2 dB(A)
- Зарекомендовавшая себя технология (Принята в качестве стандарта - в Германии с 2006 г., а также в Австрии, Польше, Венгрии)
- **Повышенное сопротивление на истираемость (от шипованной резины) ?!**



## Истираемость цементобетонных покрытий:

### Требования/нормативы в Германии:

- TL Beton-StB 07 - требование по сопротивлению к полированию заполнителя верхнего слоя PSV (Polished Stone Value)

### Требования/нормативы в ЕС:

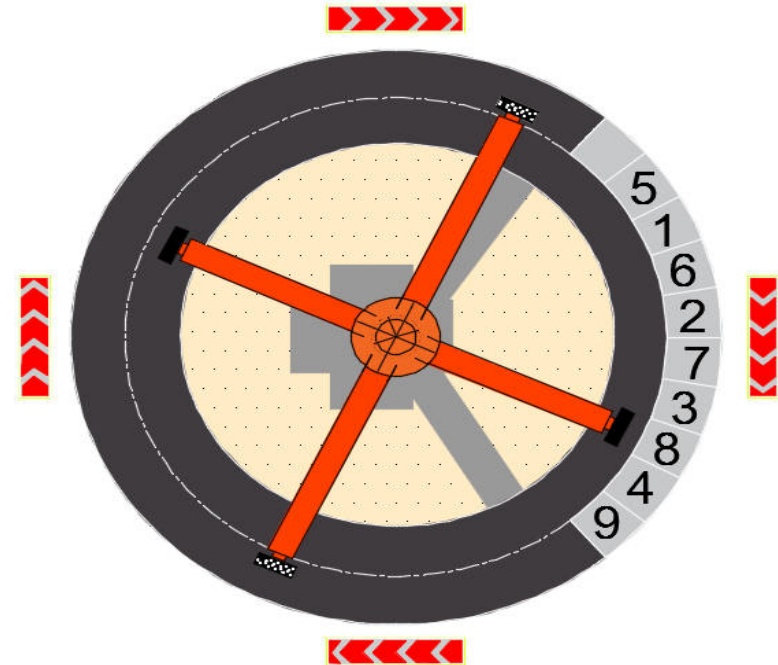
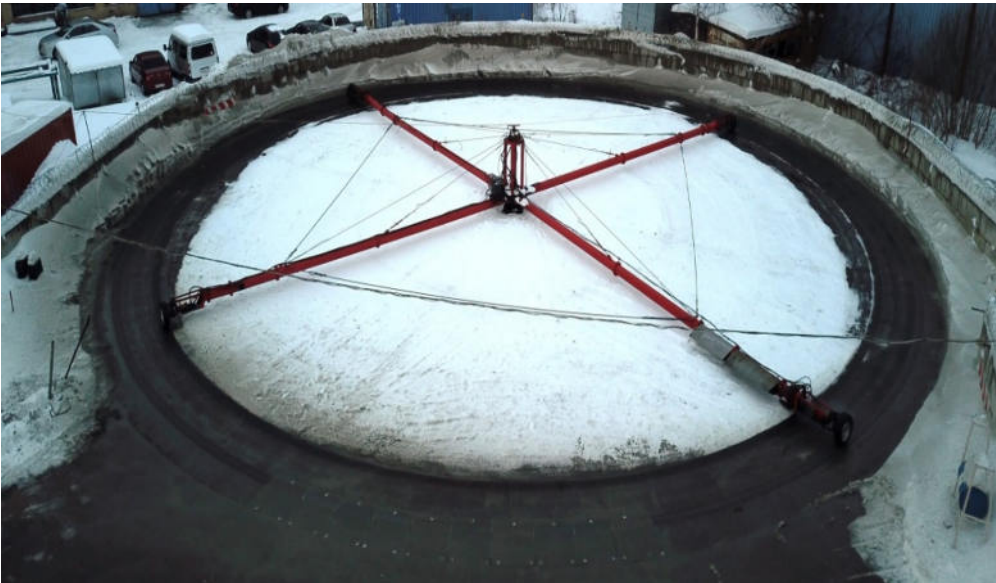
- EN 1097-9 Нордик тест (испытание заполнителя)
- EN 13863-4 Испытания бетона на истираемость по воздействию шипованной резины (базируется на шведском методе "Ring analysis of Nordic Road Simulators")

### Россия

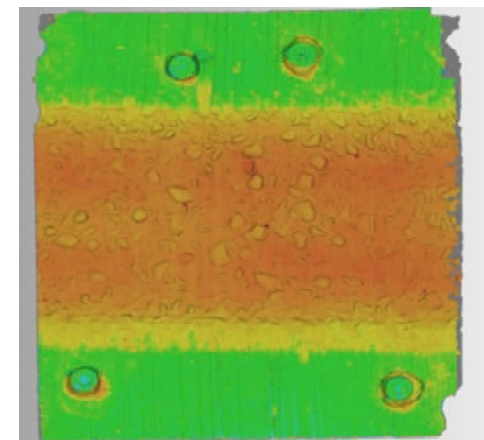
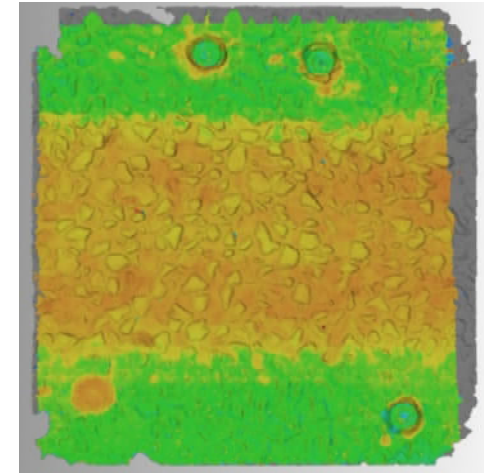
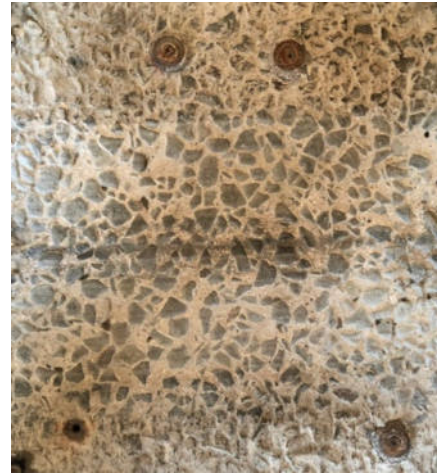
- Универсальный комплекс для испытания дорожных покрытий "Карусель" МАДИ.

Совместный проект компаний ЛафаржХольцим, ШТРАБАГ и МАДИ по определению оптимальных составов бетона на истираемость под действием шипованной резины на полигоне МАДИ:





- Однозначное влияние свойств / качества крупного минерального заполнителя на процесс колееобразования
- Корреляция истираемости с показателями Нордик-теста
- Очень быстрая истираемость поверхностного растворного слоя, в связи с чем очевидно преимущество бетона с обнажённым заполнителем (вашбетон)



## Заключение

- Устройство цементобетонных покрытий по 2-слойной технологии позволяет создавать автомобильные дороги:
  - с долгосрочно хорошим коэффициентом сцепления (БЕЗОПАСНОСТЬ!)
  - с низким уровнем шума (при необходимости)
  - с поверхностью покрытия стойкой к износу / полированию
  - с использованием гравийных смесей и "второсортных" щебней в нижнем слое, без потери качества покрытия в целом, что позволяет использовать "местные" материалы и снижает затраты на строительство
- Усложнение (удорожание) производства и укладки бетона (2 БСУ, 2 укладчика,) может быть в значительной части компенсировано использованием современных высокопроизводительных БСУ (с 2 смесителями) и бетоноукладочных комплексов (для двухслойной укладки)
- Опыт Германии показывает, что 2-х слойная технология устройства цементобетонных покрытий на автомагистралях позволяет создавать экономически выгодные дорожные покрытия с высокими техническими характеристиками, с длительным сроком эксплуатации и низкими эксплуатационными затратами



## **STRABAG Grossprojekte GmbH / ШТРАБАГ Гросспроекте ГмбХ**

Leopoldstr. 250 c / Леопольдштрассе 250 с  
80807 München, Deutschland / 80807 Мюнхен, Германия

**Alex Eckert / Алекс Эккерт**

**Tel.: +49(0) 89 / 360 555 - 5718**

**Fax: +49(0) 89 / 360 555 - 5790**

**Mob.:+49(0) 151 / 146 36 347**

**E-mail: alex.eckert@strabag.com**

**[www.grossprojekte.strabag.de](http://www.grossprojekte.strabag.de) / [www.strabag.com](http://www.strabag.com)**