



*ДОРОГА  
2019*

16-18 ОКТЯБРЯ

МВЦ «ЕКАТЕРИНБУРГ-ЭКСПО»

## Современные технологии строительства цементобетонных покрытий

### Опыт Федеративной Республики Германии

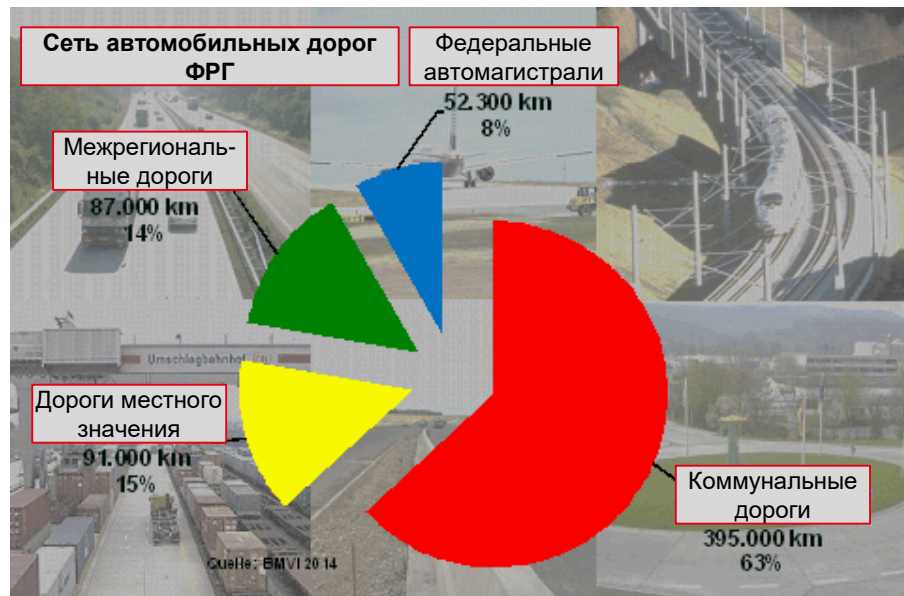
*Алекс Эккерт*

*STRABAG Grossprojekte GmbH*

# Сеть автодорог в ФРГ

## Длина автомобильных дорог общего пользования в ФРГ на 2014 г.

- Общая длина: 625300 км
- Федеральные автомагистрали: 52300 км, в том числе 12900 км автобаны (из них ок. 30% с цементобетонным покрытием)




# Транспортная нагрузка



# Нормативная база / Проектирование

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement

FGSV

Richtlinien  
für die Standardisierung  
des Oberbaus  
von Verkehrsflächen

R 1

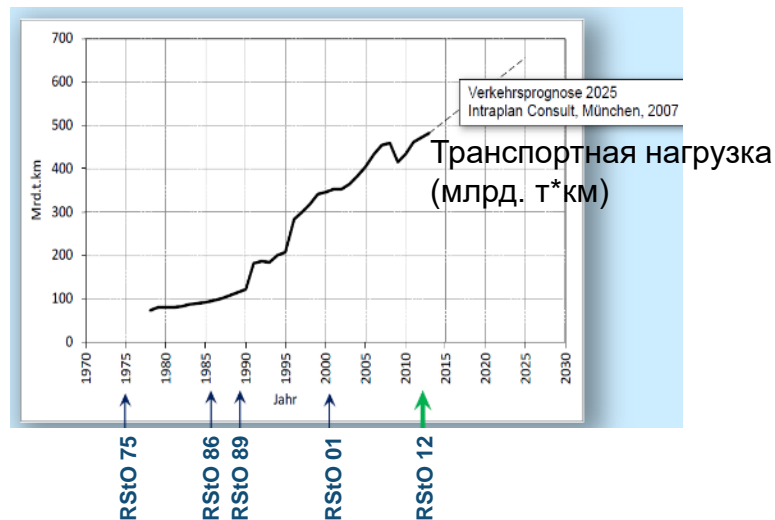
RStO 12

Норматив по стандартизации  
конструкции дорожных одежд

(Каталог типовых  
конструкций дорожных  
одежд (асфальтобетон /  
цементобетон))

Ausgabe 2012

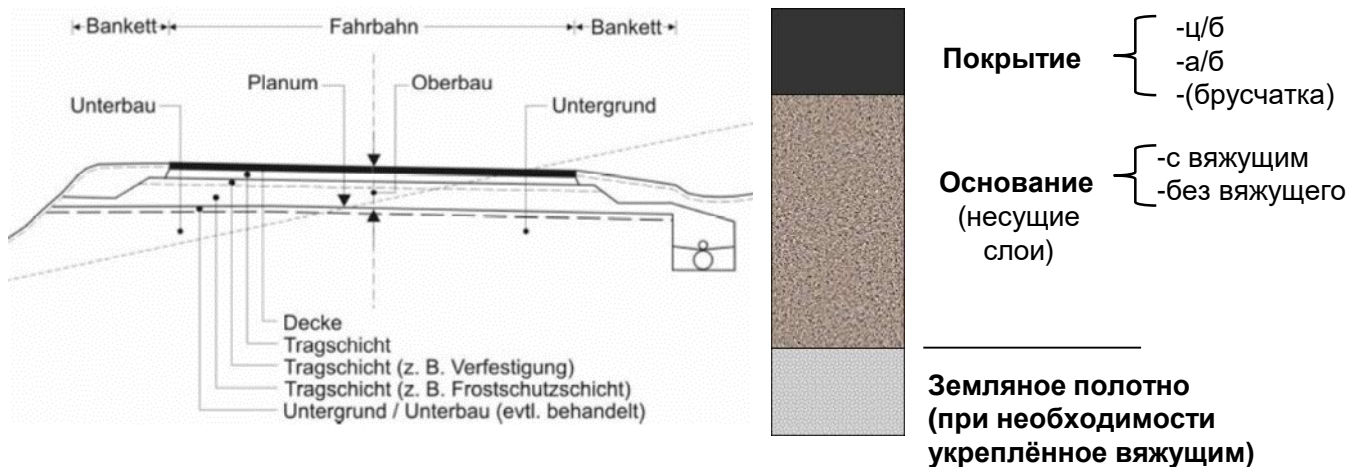
- Первое издание в 1975 г.
- На данный день действительно RStO 12 (2012 года).
- Издаётся немецким дорожностроительным научно-исследовательским обществом (FGSV).
- Периодическое (ок. 12 лет) обновление на основании получаемых эмпирическим путём наблюдений / исследований.



# Конструкция дорожных одежд

Толщина дорожных одежд должна устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивать достаточную прочность к усталостным нагрузкам, а также достаточную несущую способность и достаточную морозостойкость конструкции на протяжении всего запланированного срока эксплуатации.

## Схематичная конструкция дорожных одежд





# Нормативная база / Проектирование

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				
	B [Mio.]	> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				
	Dicke des frostsich. Oberbaus <sup>1)</sup>	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	
<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht</b>														
<b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
1.1	Betondecke													
	Vliesstoff <sup>6)</sup>				27				26					25
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	▼120			15	▼120			16	▼120			15	
	Frostschutzschicht	▼45			Σ42	▼45			Σ41	▼45			Σ40	
	Dicke der Frostschutzschicht	-			33 <sup>2)</sup>	43	-		24 <sup>3)</sup>	34	44	-	25 <sup>3)</sup>	35
<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht</b>														
<b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
1.2	Betondecke				27				26					25
	Vliesstoff <sup>6)</sup>				27				15					15
	Verfestigung				20				15					15
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-	▼45			Σ47	▼45			Σ41	▼45			Σ40	
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	8 <sup>4)</sup>	18 <sup>4)</sup>	28	38	14 <sup>4)</sup>	24	34	44	15 <sup>4)</sup>	25	35	45	
<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht</b>														
<b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
1.3	Betondecke				27				26					25
	Vliesstoff <sup>6)</sup>				27				20					20
	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>4)</sup>	13 <sup>4)</sup>	23	33	9 <sup>4)</sup>	19	29	39	10 <sup>4)</sup>	20	30	40	
<b>Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht</b>														
2	Betondecke				26				25					24
	Asphalttragschicht	▼120			10	▼120			10	▼120			10	
	Frostschutzschicht	▼45			Σ36	▼45			Σ35	▼45			Σ34	
	Dicke der Frostschutzschicht	-			31 <sup>2)</sup>	41	-		25 <sup>3)</sup>	35	45	-	29 <sup>3)</sup>	39

Цементобетон - 27 cm

Zelle	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				
	B [Mio.]	> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				
	Dicke des frostsich. Oberbaus <sup>1)</sup>	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	
<b>Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht</b>														
1	Asphaltdecke													
	Asphalttragschicht													
	Frostschutzschicht													
	Dicke der Frostschutzschicht	-	31 <sup>2)</sup>	41	51	25 <sup>3)</sup>	35	45	55	29 <sup>3)</sup>	39	49	59	
<b>Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln</b>														
<b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
2.1	Asphaltdecke													
	Asphalttragschicht													
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)													
	Frostschutzschicht													
<b>Dicke der Frostschutzschicht</b>														
		-	-	34	44	-	28 <sup>3)</sup>	38	48	-	30 <sup>3)</sup>	40	50	
<b>Asphaltdecke</b>														
2.2	Asphaltdecke													
	Asphalttragschicht													
	Verfestigung													
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-													
<b>Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
		10 <sup>4)</sup>	20 <sup>4)</sup>	30	40	14 <sup>4)</sup>	24	34	44	18 <sup>4)</sup>	28	38	48	
<b>Asphaltdecke</b>														
2.3	Asphaltdecke													
	Asphalttragschicht													
	Verfestigung													
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -enggestuft gemäß DIN 18196-													
<b>Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>														
		10 <sup>4)</sup>	20 <sup>4)</sup>	30	40	14 <sup>4)</sup>	24	34	44	18 <sup>4)</sup>	28	38	48	

Асфальтобетон - 26 cm

# Покрyтия из цементобетона

---

## 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

# Покрытия из цементобетона

Более 70 лет эксплуатации!



Автобан Берлин - Штеттин 1936 г.



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



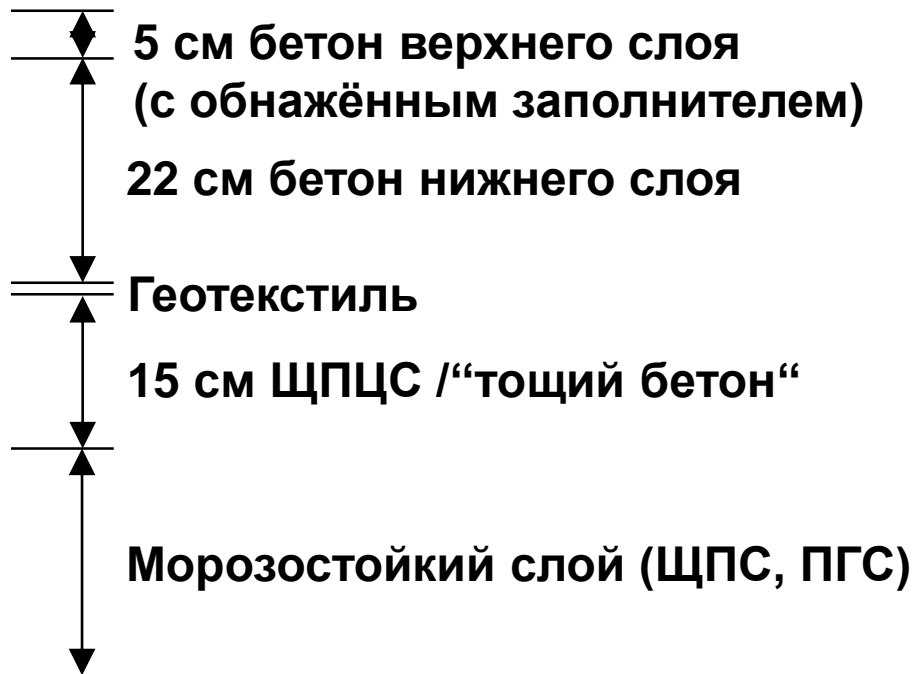
# Покрытия из цементобетона

---

## Основные технические решения в Германии:

- Стандартизация конструкции дорожных одежд
- Отсутствие деформационных швов расширения при устройстве покрытия
- Отсутствии сплошного армирования плит
- Устройство штыревого армирования (дюбеля, анкера)
- Использование высококачественных бетонов с жесткими требованиями как к бетону, так и к используемым материалам (инертные заполнители, цемент, химические добавки и прочее)
- Двухслойная (два сорта бетона) технология устройства цементобетонных покрытий
- Устройство поверхности цементобетонных покрытий с обнаженным заполнителем (технология "waschbeton")

# Дорожная конструкция с ц/б покрытием



# Двухслойная укладка бетона (двух сортов)

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, что является существенным фактором для снижения затрат при строительстве.



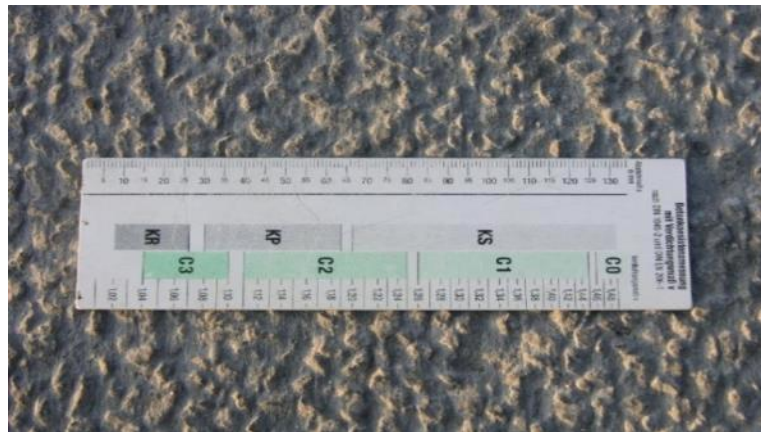
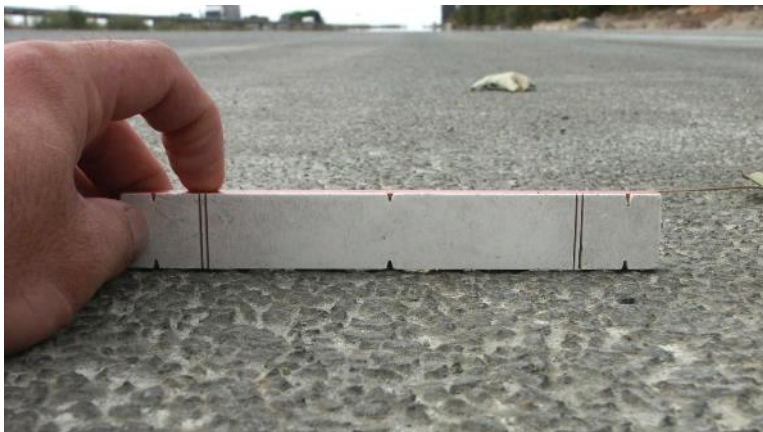
**верхний  
слой**

**нижний  
слой**

# "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, Чехии)
- Повышенное сопротивление на истираемость (от шипованной резины) ?!





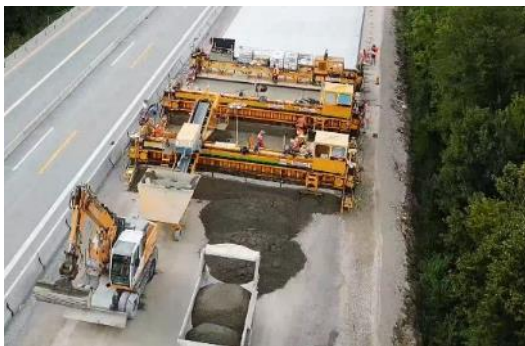
# Технология строительства ц/б покрытий



Производство бетона



Бетоноукладочный комплекс



Разгрузка 2 сортов бетона



2-слойная укладка бетона



# Технология строительства ц/б покрытий



Установка дюбелей



Укладка верхнего слоя



Окончательное выравнивание



Нарезка швов

# Логистика строительства ц/б покрытий



Поставка материалов для производства бетона



Производство бетона на мобильных БСУ  
с производительностью 200-300 м<sup>3</sup>/ч  
(Объём за смену 1500 м<sup>3</sup>)



(Двухслойная) укладка бетона  
(около 500 п.м. или 1500 м<sup>3</sup> за смену)



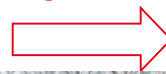
2700 т инерт.  
материалов



550 т цемента



1500 м<sup>3</sup> бетона



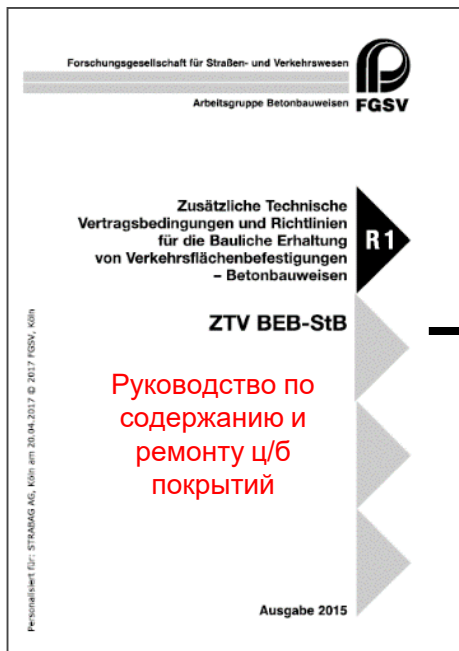
Объёмы перевозок  
для одной рабочей  
смены!

# Содержание и ремонт ц/б покрытий

## Основные мероприятия:

- Своевременный уход за швами и их замена как правило каждые 5-10 лет
- Своевременный ремонт локальных дефектов (сколы, раковины и т.д.) и трещин в покрытии
- Замена отдельных плит с использованием стандартных либо быстротвердеющих бетонов
- Реконструкция отдельных участков с использованием стандартных либо быстротвердеющих бетонов
- Поверхностный ремонт / обработка - в т.ч. по технологии "whitetopping"

Ц/Б покрытия ремонтпригодны!



Руководство по  
содержанию и  
ремонту ц/б  
покрытий



# Ключевые организации для цементобетона в Германии

---

FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen – und Verkehrswesen  
(Научно-исследовательское общество дорожного хозяйства и транспорта)



Verein Deutscher Zementwerke  
(Союз немецких цементных заводов)

Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton  
(Ассоциация дорожные покрытия из бетона)



# Заключение

Современные технологии строительства и ремонта цементобетонных покрытий позволяют создавать объекты дорожной инфраструктуры с высокими техническими характеристиками, с длительным сроком службы и низкими эксплуатационными затратами.





### **STRABAG Großprojekte GmbH / ШТРАБАГ Гроспроекте ГмбХ**

Leopoldstr. 250 с / 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](mailto:alex.eckert@strabag.com)**

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