



# **RECYCLING W BUDOWNICTWIE DROGOWYM W NIEMCZECH, - STAN OBECNY I PERSPEKTYWY**

## **Recycling in road construction in Germany - current status and prospects**

STEFAN HÖLLER

FEDERAL HIGHWAY RESEARCH INSTITUTE (BAST)

# Plan prezentacji

1. Obecna sytuacja
2. Przyszłe warunki brzegowe
3. Projekty badawcze na ten temat
4. Perspektywy budowy dróg betonowych





# Plan prezentacji

1. **Obecna sytuacja**
2. Przyszłe warunki brzegowe
3. Projekty badawcze na ten temat
4. Perspektywy budowy dróg betonowych





**bast**  
Bundesanstalt für  
Straßenwesen

26% / 3420 km autostrad z Betonu  
99,x% wszystkich pozostałych dróg – asfalt  
Roczny 10 miliardów euro budżet  
(prawie samo utrzymanie)



**Tafel 2: Bauweisen mit Betondecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Unterbau/Unterbau** (Dickenangaben in cm;  $\rightarrow$  E<sub>1</sub>-Mindestwerte in cm)

| Zeile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Belastungsklasse | Bk10 | Bk32      | Bk10       | Bk32        | Bk18        | Bk10        | Bk0,3 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| B [Mio]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  | > 32 | > 10 - 32 | > 3,2 - 10 | > 1,8 - 3,2 | > 1,0 - 1,8 | > 0,3 - 1,0 | ≤ 0,3 |
| (Dickenangaben in cm; $\rightarrow$ E <sub>1</sub> -Mindestwerte in cm)<br>Tragdicke des tragenden Oberbaus: 50   60   70   80   90   100   110   120   130   140   150   160   170   180   190   200   210   220   230   240   250   260   270   280   290   300   310   320   330   340   350   360   370   380   390   400   410   420   430   440   450   460   470   480   490   500   510   520   530   540   550   560   570   580   590   600   610   620   630   640   650   660   670   680   690   700   710   720   730   740   750   760   770   780   790   800   810   820   830   840   850   860   870   880   890   900   910   920   930   940   950   960   970   980   990   1000   1010   1020   1030   1040   1050   1060   1070   1080   1090   1100   1110   1120   1130   1140   1150   1160   1170   1180   1190   1200   1210   1220   1230   1240   1250   1260   1270   1280   1290   1300   1310   1320   1330   1340   1350   1360   1370   1380   1390   1400   1410   1420   1430   1440   1450   1460   1470   1480   1490   1500   1510   1520   1530   1540   1550   1560   1570   1580   1590   1600   1610   1620   1630   1640   1650   1660   1670   1680   1690   1700   1710   1720   1730   1740   1750   1760   1770   1780   1790   1800   1810   1820   1830   1840   1850   1860   1870   1880   1890   1900   1910   1920   1930   1940   1950   1960   1970   1980   1990   2000   2010   2020   2030   2040   2050   2060   2070   2080   2090   2100   2110   2120   2130   2140   2150   2160   2170   2180   2190   2200   2210   2220   2230   2240   2250   2260   2270   2280   2290   2300   2310   2320   2330   2340   2350   2360   2370   2380   2390   2400   2410   2420   2430   2440   2450   2460   2470   2480   2490   2500   2510   2520   2530   2540   2550   2560   2570   2580   2590   2600   2610   2620   2630   2640   2650   2660   2670   2680   2690   2700   2710   2720   2730   2740   2750   2760   2770   2780   2790   2800   2810   2820   2830   2840   2850   2860   2870   2880   2890   2900   2910   2920   2930   2940   2950   2960   2970   2980   2990   3000   3010   3020   3030   3040   3050   3060   3070   3080   3090   3100   3110   3120   3130   3140   3150   3160   3170   3180   3190   3200   3210   3220   3230   3240   3250   3260   3270   3280   3290   3300   3310   3320   3330   3340   3350   3360   3370   3380   3390   3400   3410   3420   3430   3440   3450   3460   3470   3480   3490   3500   3510   3520   3530   3540   3550   3560   3570   3580   3590   3600   3610   3620   3630   3640   3650   3660   3670   3680   3690   3700   3710   3720   3730   3740   3750   3760   3770   3780   3790   3800   3810   3820   3830   3840   3850   3860   3870   3880   3890   3900   3910   3920   3930   3940   3950   3960   3970   3980   3990   4000   4010   4020   4030   4040   4050   4060   4070   4080   4090   4100   4110   4120   4130   4140   4150   4160   4170   4180   4190   4200   4210   4220   4230   4240   4250   4260   4270   4280   4290   4300   4310   4320   4330   4340   4350   4360   4370   4380   4390   4400   4410   4420   4430   4440   4450   4460   4470   4480   4490   4500   4510   4520   4530   4540   4550   4560   4570   4580   4590   4600   4610   4620   4630   4640   4650   4660   4670   4680   4690   4700   4710   4720   4730   4740   4750   4760   4770   4780   4790   4800   4810   4820   4830   4840   4850   4860   4870   4880   4890   4900   4910   4920   4930   4940   4950   4960   4970   4980   4990   5000   5010   5020   5030   5040   5050   5060   5070   5080   5090   5100   5110   5120   5130   5140   5150   5160   5170   5180   5190   5200   5210   5220   5230   5240   5250   5260   5270   5280   5290   5300   5310   5320   5330   5340   5350   5360   5370   5380   5390   5400   5410   5420   5430   5440   5450   5460   5470   5480   5490   5500   5510   5520   5530   5540   5550   5560   5570   5580   5590   5600   5610   5620   5630   5640   5650   5660   5670   5680   5690   5700   5710   5720   5730   5740   5750   5760   5770   5780   5790   5800   5810   5820   5830   5840   5850   5860   5870   5880   5890   5900   5910   5920   5930   5940   5950   5960   5970   5980   5990   6000   6010   6020   6030   6040   6050   6060   6070   6080   6090   6100   6110   6120   6130   6140   6150   6160   6170   6180   6190   6200   6210   6220   6230   6240   6250   6260   6270   6280   6290   6300   6310   6320   6330   6340   6350   6360   6370   6380   6390   6400   6410 |                  |      |           |            |             |             |             |       |





# Technische Geräte für Aufbrechen und Recyclen von Betondecken

walek wielokątny



dłuto skalne



rzuć miecz



krusząca



resonant machine



frezarka drogowa



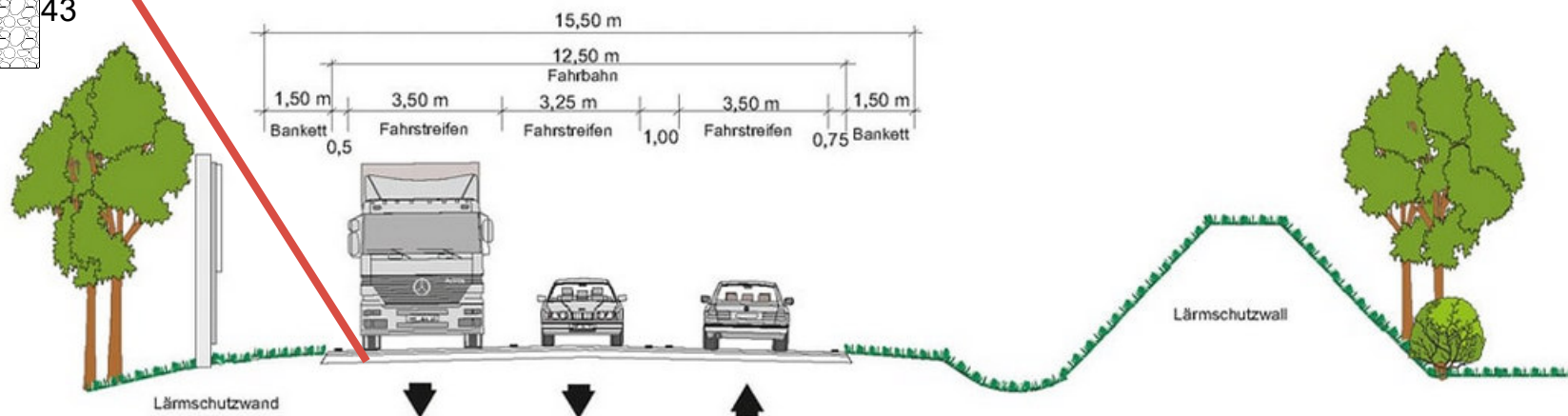
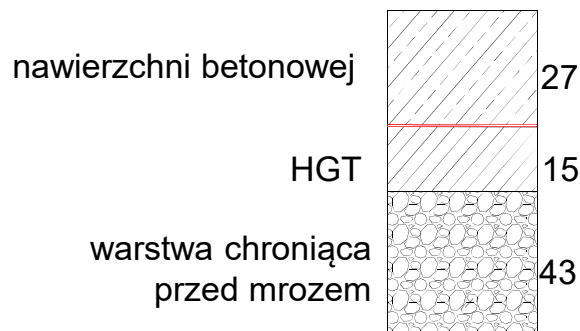
# Roczne ilości kruszywa betonowego z autostrad

1,85 mln ton z nawierzchni betonowej

1,85 mln ton z HGT, stabilizacja cementu, chudy beton

100 % Recycling !!!

(dla porównania: 14 mln ton granulatu asfaltowego)



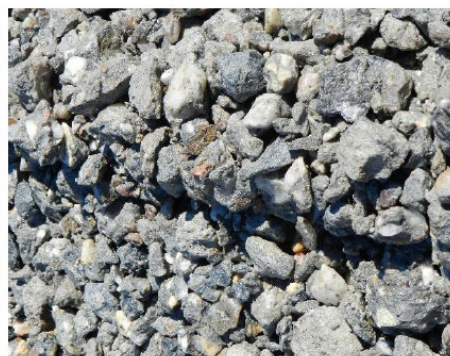
Zmiany technologiczne przynoszą beton złamanego w dużych ilościach



# Przyczyny obecnego niestosowania kruszyw RC w warstwach wyższej jakości

Niejednorodny żwir RC, piasek RC  
Roszczenie o wodę kształt ziarna, wytrzymałość

Pomimo tego muszą zostać spełnione wymagania dotyczące wytrzymałości i układarka do betonu



 PIARC Case Study

 Insitu Recycling



# Przyczyny obecnego niestosowania kruszyw RC w warstwach wyższej jakości

Aktualna sytuacja recyklingu w standardowych kontraktach budowlanych:

- Zamówienie zostanie przyznane najkorzystniejszej ekonomicznie ofercie.
- Należy przestrzegać przepisów technicznych i ochrony środowiska
- Brak premii za udziały w produktach pochodzących z recyklingu lub nowych zasobach
- Uwzględniane są specjalne sugestie dotyczące skrócenia czasu budowy i econmyczny
- Pośrednie odliczenia poprzez wzrost cen paliw, opłat drogowych, wzrost cen surowców np. piasek, grys, żwir, cement



# Przyczyny obecnego niestosowania kruszyw RC w warstwach wyższej jakości

## Recykling w przepisach budownictwa drogowego





# Przyczyny obecnego niestosowania kruszyw RC w warstwach wyższej jakości

Reakcja alkaliczno-krzemionkowa w nawierzchniach betonowych

- W ostatnich latach na drogach doszło do wielu uszkodzeń
- Aby uniknąć uszkodzeń w nowych projektach budowlanych, wprowadzono rozszerzone badania (wytyczne AKR)
- Nadal istnieje potrzeba badań nad wykorzystaniem istniejących uszkodzonych nawierzchniach betonowych



Quelle: VDZ Düsseldorf

|                           |                                                                    |                                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>bast</b><br>S          | <b>Richtlinie für die Anerkennung<br/>von AKR-Gutachterstellen</b> | <b>BAST-S-AKR-R-001</b><br>Seite 2 (von 19) |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b> |                                                                    |                                             |
| 1.                        | Anwendungsbereich                                                  | 4                                           |
| 2.                        | Tätigkeitsbereiche der AKR-Gutachterstelle                         | 4                                           |
| 3.                        | Voraussetzungen für die Anerkennung                                | 5                                           |
| 4.                        | Anforderungen an die AKR-Gutachterstelle und ihr Personal          | 5                                           |
| 4.1.                      | Allgemeine Anforderungen                                           | 5                                           |
| 4.2.                      | Anforderungen an die fachkundigen Personen                         | 6                                           |
| 4.3.                      | Räume, Einrichtungen sowie Prüfgeräte und -stoffe                  | 6                                           |
| 4.4.                      | Qualitätsmanagement                                                | 7                                           |
| 4.5.                      | Untertragsvergabe                                                  | 8                                           |
| 4.6.                      | Haftpflichtversicherung                                            | 8                                           |
| 5.                        | Verfahren der Anerkennung                                          | 8                                           |
| 5.1.                      | Antrag                                                             | 8                                           |
| 5.2.                      | Prüfung durch die BAST                                             | 9                                           |
| 5.3.                      | Vergleichsversuche                                                 | 10                                          |
| 5.4.                      | Erteilung der Anerkennung                                          | 10                                          |
| 5.5.                      | Kosten                                                             | 11                                          |
| 6.                        | Pflichten der anerkannten AKR-Gutachterstelle                      | 11                                          |
| 6.1.                      | Allgemeine Pflichten                                               | 11                                          |
| 6.2.                      | Teilnahme am Erfahrungsaustausch der AKR-Gutachter                 | 12                                          |
| 6.3.                      | Beteiligung an Vergleichsprüfungen                                 | 12                                          |
| 7.                        | Bekanntgabe der anerkannten AKR-Gutachterstelle                    | 12                                          |
| 8.                        | Überprüfung der AKR-Gutachterstelle                                | 12                                          |
| 9.                        | Mitgelieferte und weiterführende Regelwerke und Dokumente          | 13                                          |
| 9.1.                      | Regelwerke                                                         | 13                                          |
| 9.2.                      | Dokumente                                                          | 13                                          |
|                           | Anlage 1                                                           | 14                                          |
|                           | Anlage 2                                                           | 15                                          |
|                           | Anlage 3                                                           | 16                                          |
|                           | Anlage 4                                                           | 17                                          |
|                           | Anlage 5                                                           | 18                                          |

# Plan prezentacji

---

1. Obecna sytuacja
2. Przyszłe warunki brzegowe
3. Projekty badawcze na ten temat
4. Perspektywy budowy dróg betonowych





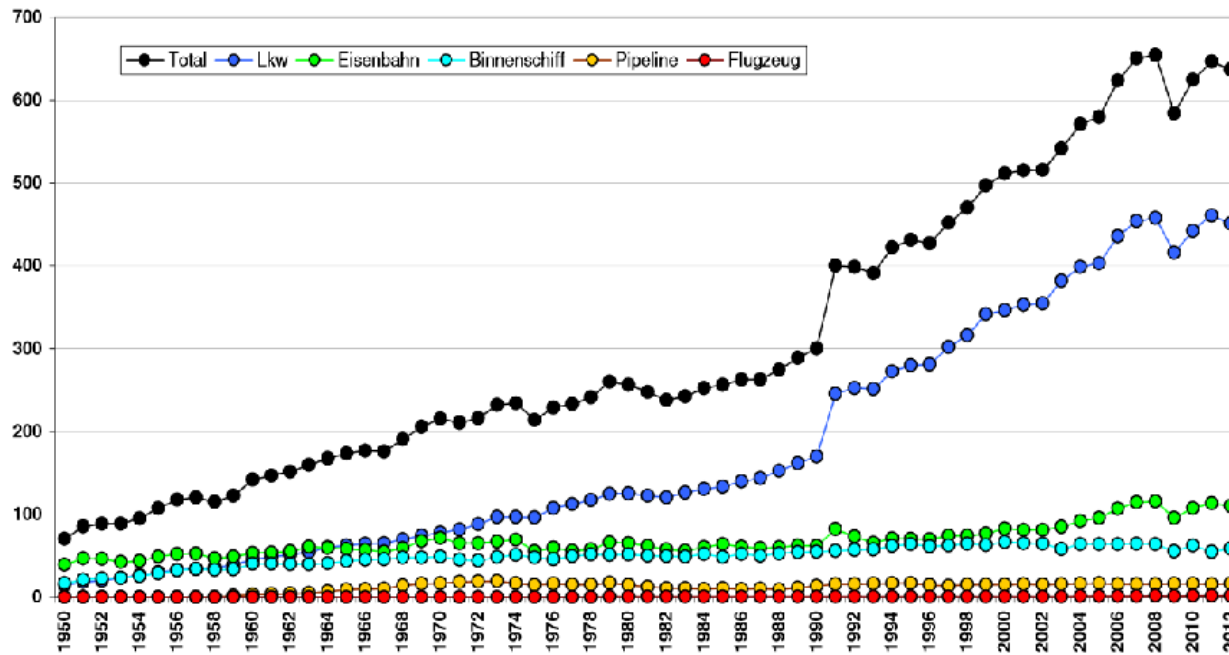
# Niemiecka strategia zrównoważonego rozwoju



- 1 żadnej biedy
- 2 nie głodny
- 3 zdrowie i dobre samopoczucie
- 4 Jakość edukacji
- 5 Równość płci
- 6 Czysta woda i urządzenia sanitarne
- 7 Niedroga czysta energia
- 8 Godność człowieka, praca i rozwój gospodarczy
- 9 Przemysł, gospodarka i infrastruktura
- 10 mniejsza nierówność
- 11 Zrównoważone miasta i społeczności
- 12 Zrównoważona konsumpcja i produkcja
- 13 Środki ochrony klimatu
- 14 Życie pod wodą
- 15 Życie na lądzie
- 16 Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje
- 17 Partnerstwa w osiągnięciu celów

# Rozwój poszczególnych rodzajów transportu ciężkiego

Milliarden Tonnenkilometer





# Większy zrównoważony rozwój poprzez



- ochronę klimatu i ochronę zasobów
- zużycie energii pierwotnej/produktywność
- energii końcowej
- udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto oraz udział energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w zużyciu energii elektrycznej brutto
- całkowita produktywność surowców mobilność (końcowe zużycie energii)
- emisje CO2 z pojazdów publicznych

## I bardzo praktycznie:

w przyszłości zabraknie naturalnych surowców i materiałów budowlanych lub znacznie wzrosną ceny (piasek, żwir, cement itp.)  
=> Recykling będzie coraz bardziej konieczny

# Plan prezentacji

1. Obecna sytuacja
2. Przyszłe warunki brzegowe
3. **Projekty badawcze na ten temat**
4. Perspektywy budowy dróg betonowych





## trwające projekty badawcze dotyczące recyklingu nawierzchni betonowych

**FE 08.0256 „Zrównoważone metody budownictwa ze stropami betonowymi –  
recykling i ponowne wykorzystanie betonu”**

**FE 06.0111 „Ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych RC z betonowych  
nawierzchni drogowych uszkodzonych przez AKR**



- Przyczepność kamienia cementowego do kruszywa
- kamień cementowy
- sztywność ziarna

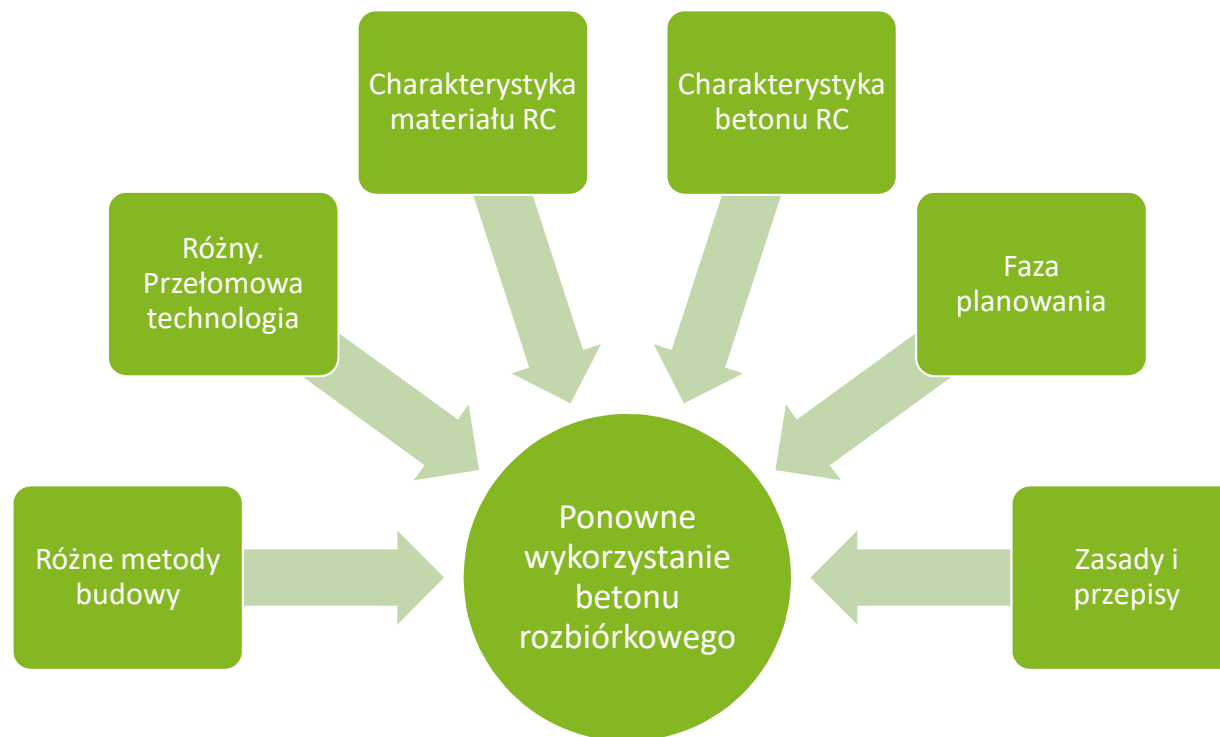
konsekwencje na

- Rozkład wielkości ziaren
- Odporność na rozbicie
- Nośność warstwy
- Długotrwała wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu  
warstwa stabilizowana cementem Betonowa  
nawierzchnia drogi, dolna warstwa



## trwające projekty badawcze dotyczące recyklingu nawierzchni betonowych

### FE 08.0256 „Zrównoważone metody budownictwa ze stropami betonowymi – recykling i ponowne wykorzystanie betonu”





# trwające projekty badawcze dotyczące recyklingu nawierzchni betonowych

FE 08.0256 „Zrównoważone metody budownictwa ze stropami betonowymi –  
recykling i ponowne wykorzystanie betonu”

FE 06.0111 „Ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych RC z betonowych  
nawierzchni drogowych uszkodzonych przez AKR



Wie beeinflussen Asphalt- und Betonersatzsysteme den  
Rückbau und die weitere Verwertung?

Asphaltplomben



Betonersatz



Beton auf ATSuB



Beton auf HGT (ohne Vlies)

Bestimmt die Verbundsituation und der Zustand  
der Tragschicht den Rückbau?



Einfluss Cl-Gehalt im RC-Material bei  
späterer Verwertung im Zement/Beton ?

# Projekt badawczy: Zrelaksowana hybryda

## Zadanie:

Zamiast demontować betonową nawierzchnię drogi po zakończeniu jej użytkowania, zrelaksuj ją i przykryć asfaltem do dalszego użytkowania

Wynik: Uszkodzony, rozluźniony strop betonowy ma znacznie wyższą nośność resztkową niż jakakolwiek żwirowa warstwa podłoża, z lub bez skał RC

## Ramy badania:

Współpraca BAST i Strabag

## Badania:

duraBAST

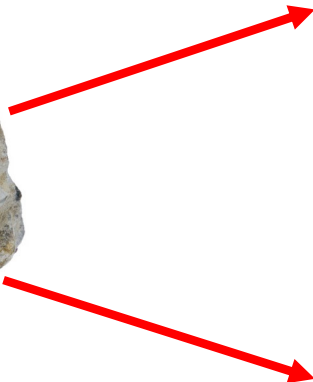




# 14th International Symposium on Concrete Roads

## 25-28 June 2023 - Krakow, Poland

Poprawa jakości kruszywa betonowego  
pochodzącego  
z recyklingu poprzez jego usunięcie resztek  
zaprawy:  
kompleksowy przegląd przyjęcia podejść





# Plan prezentacji

1. Obecna sytuacja
2. Przyszłe warunki brzegowe
3. Projekty badawcze na ten temat
4. **Perspektywy budowy dróg betonowych**





Zwiększenie otwartości przepisów dotyczących innowacji w recyklingu

Na podstawie uzyskanych wyników badań Stosuj kruszywa RC  
najwyższej możliwej jakości (up-cycling), np. z popękanej betonowej  
nawierzchni drogi ponownie na nowej betonowej nawierzchni



## Budowa dróg na autostradach 2.0

Unikaj recyklingu: np. autostrady z ciągle zbrojonym betonem bezobsługowy, żywotność 50 lat

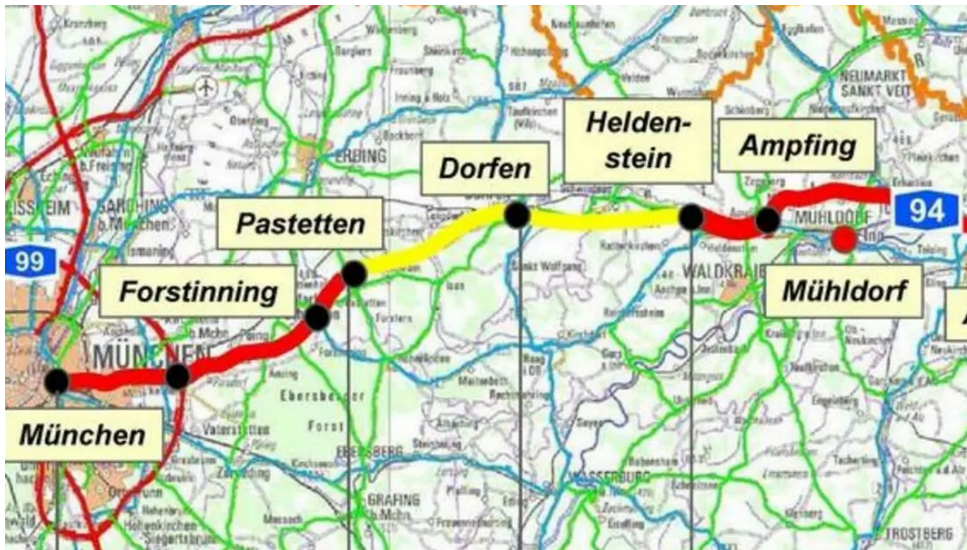




# Kontrakty na budowę autostrad 2.0

Buduj bardziej jednolicie, ustandaryzowany

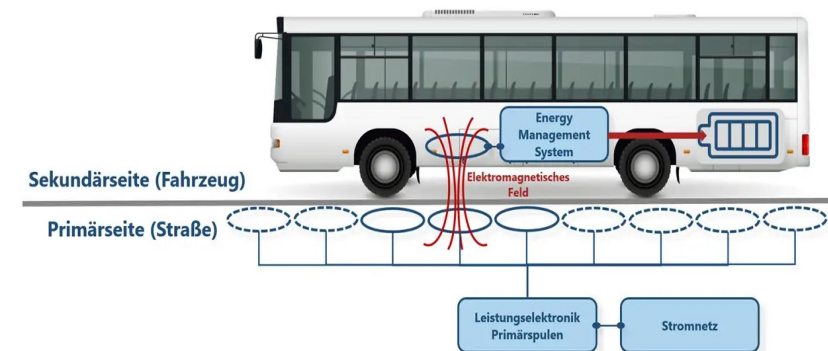
- Dłuższe kontrakty
- - Mniej różnic w budowie dróg np. koncesja w ramach projektów PPP
- np. A94 w Bawarii: 33 km



## Recycling 2.0

Udoskonalaj technologię recyklingu  
dla środowiska i ochrony klimatu:

Elektromobilność nie tylko w transporcie  
indywidualnym i towarowym,  
ale także do maszyn budowlanych i recyklingowych







Oberregierungsrat  
Dipl.-Ing. Stefan Höller  
Referat S2 Betonbauweisen  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)  
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach  
Telefon 02204 43-7206,  
[hoellers@bast.de](mailto:hoellers@bast.de), [www.bast.de](http://www.bast.de)

Pytania?

chętnie

