

# Vermeidung von Imperfektionen im Betonstraßenbau

Dipl.-Ing. Stefan Pichottka

Potsdam, 28.02.2019



- 1. Einleitung**
- 2. Planungsbedingte Imperfektionen**
- 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen**

- 1888 Erste Betondecke in Deutschland (Breslau) - Zementmakadam
- 1905 Dresden, bis 1914 Einbau von 50.000 m<sup>2</sup> Betondecke
- 1912 Baubeginn der privat finanzierten 19,5 km langen AVUS, Fertigstellung 1921
- 1929 Beginn des Autobahnbaues mit der 20 km langen Kraftwagenstraße Köln – Bonn, Fertigstellung 1932, heute A 555
- 1933 Gründung der „GEZUVOR“ (Gesellschaft zur Vorbereitung der Reichsautobahnen)

# 1. Einleitung



Bau der Poststraße in Bunzlau/Niederschlesien, 1906

- 1925 Vorläufiges Merkblatt für Bau von Automobilstraßen aus Beton
- 1933 Merkblatt für Betonstraßen
- 1934 Richtlinien für Fahrbahndecken der Reichsautobahnen
- 1952 Merkblatt für den Bau von Betonfahrbahndecken (MBB)
- 1963 TGL 16237 „Befestigungen für Straßenverkehrsflächen aus Zementbeton“
- 1972 TV Beton 72

Nachfolgend mehrere Neubearbeitungen der TGL 16237 und der ZTV Beton.

## Vorzüge der Betonstraßenbauweise

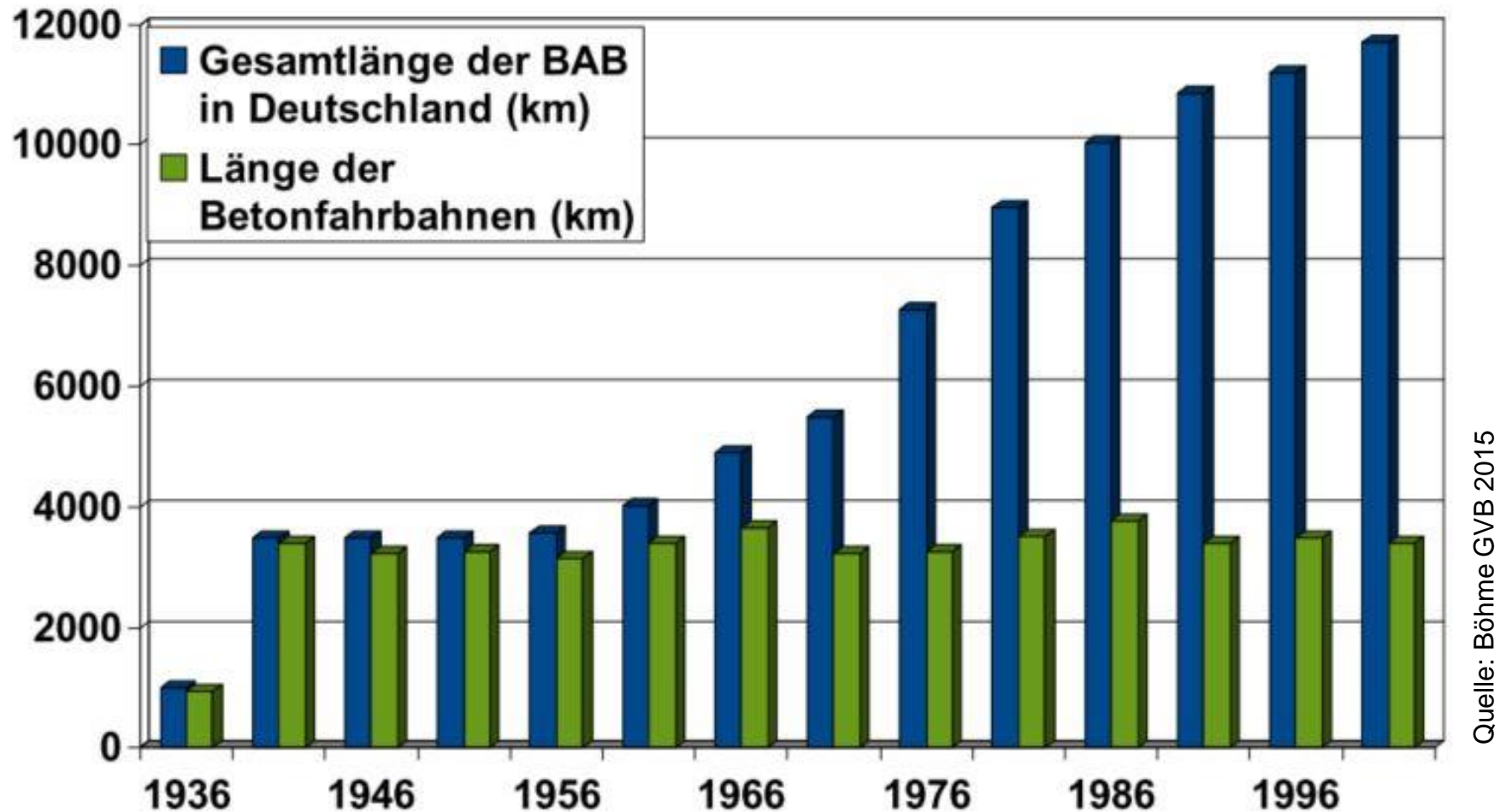
[Zementkalender 1931]

- Entbehrlichkeit ausländischer Erzeugnisse
- Rohstoffe in vielen Fällen in der Nähe der Baustelle vorhanden
- Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen (kein Weichwerden)
- hohe Druck- und Stoßfestigkeit
- geringe Abnutzung
- ebene, rauhe Oberfläche, auch bei Regen
- geringer Widerstand für die Fahrzeuge (Ersparnis von Betriebskosten)
- leichte Erkennbarkeit bei Nacht
- Herstellung unter weitgehender Mechanisierung der Arbeitsvorgänge
- geringe Unterhaltungskosten bei regelmäßiger Überwachung

## Vorzüge der Betonstraßenbauweise

- Substanzvorteil:
  - Verformungsbeständigkeit
  - Tragfähigkeit
  - Dauerhaftigkeit
  - Instandhaltungsarmut
- Gebrauchsvorteil:
  - Helligkeit
  - Griffigkeit
  - Lärmemission!?

# 1. Einleitung



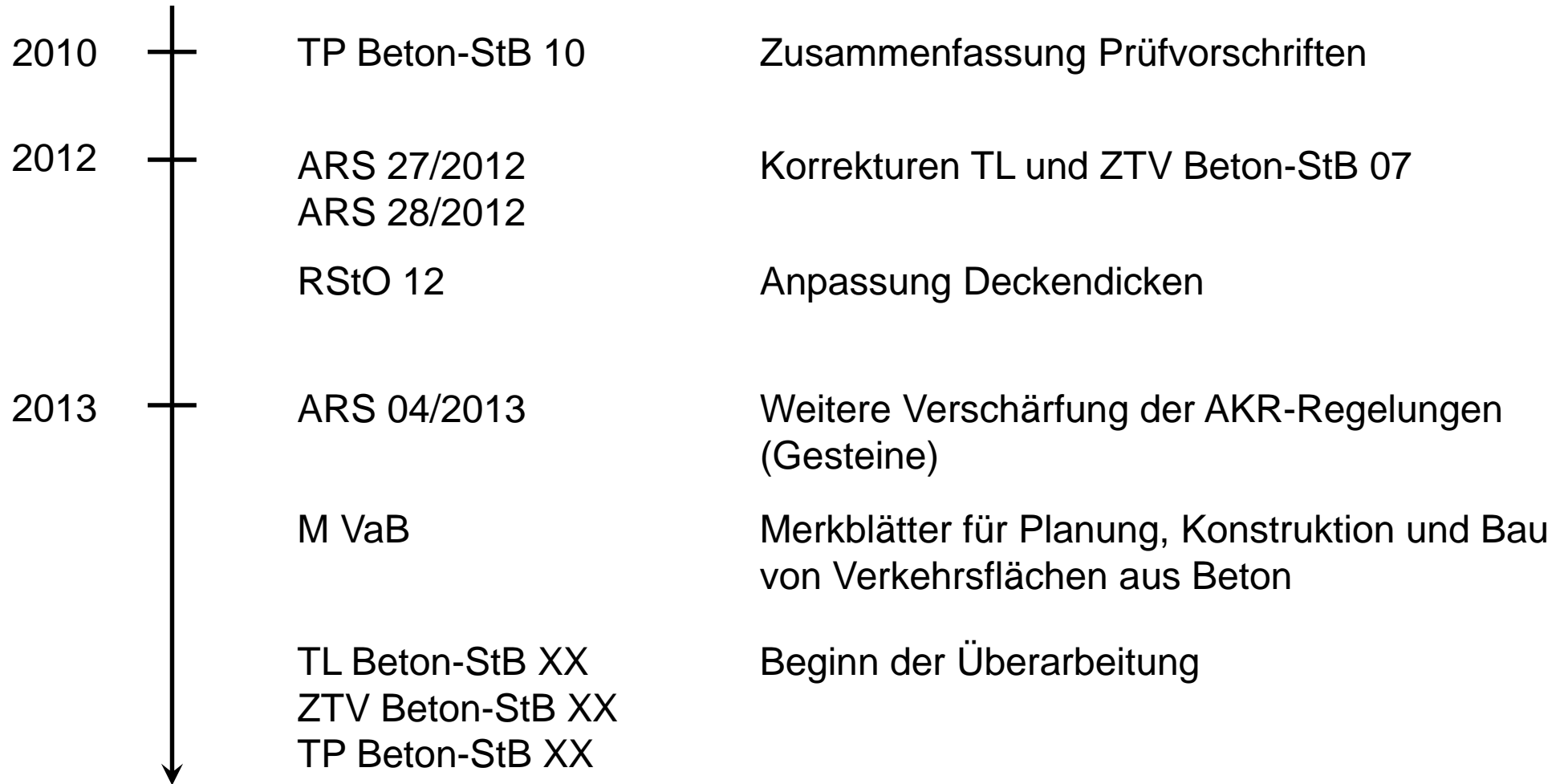
Anteil der Verkehrsfläche in Betonbauweise am BAB Netz bis 2001



# 1. Einleitung



|      |                                     |   |
|------|-------------------------------------|---|
| 2005 | ARS 15/2005                         | AKR-Regelungen (Gutachten, Gesteine, Na <sub>2</sub> O-Zement)  |
| 2006 | ARS 05/2006                         | Waschbeton anstelle Jutetuch (dauerhafte Griffigkeit und niedriger Lärm)  |
|      | ARS 12/2006                         | AKR-Regelungen (Präzisierung ARS 15/2005)   |
|      | ARS 14/2006                         | Ausführungshinweise Waschbeton  |
| 2008 | TL Beton-StB 07<br>ZTV Beton-StB 07 | Einarbeitung der ARS<br>Anpassung an EU-Normung<br>Trennung in TL und ZTV<br>Eigenüberwachung Dübellage<br>Wegfall Multicolor Vlies |



1. **Einleitung**
2. **Planungsbedingte Imperfektionen**
3. **Ausführungsbedingte Imperfektionen**

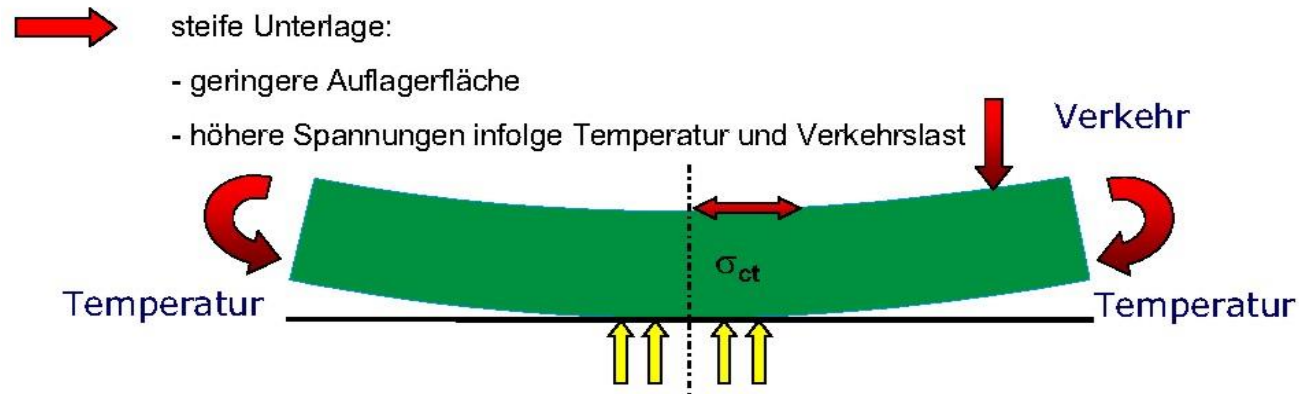
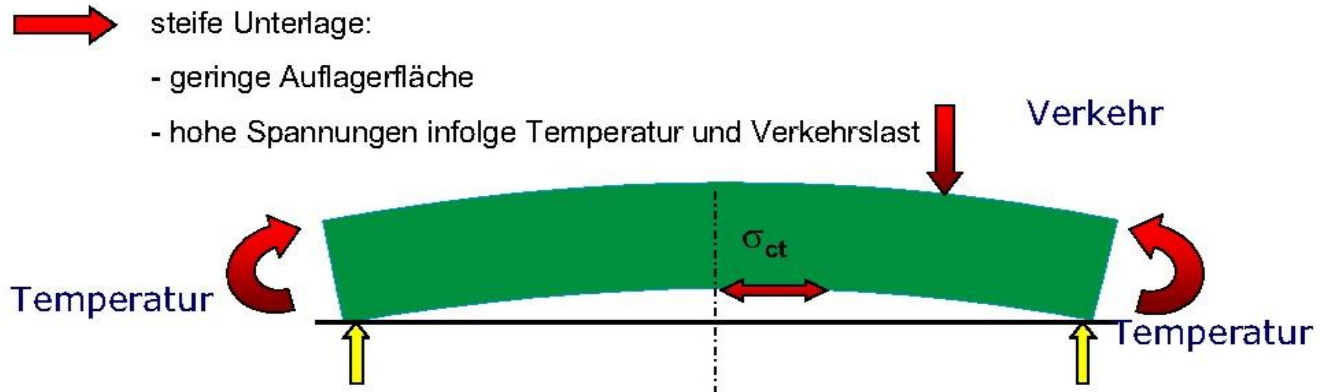
## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke

- Betondecke auf Schottertragschicht
- Betondecke auf Asphalttragschicht
- Betondecke auf Asphaltzwichenschicht auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel
- Betondecke auf Vliesstoff auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel



## I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke



Quelle: Villaret

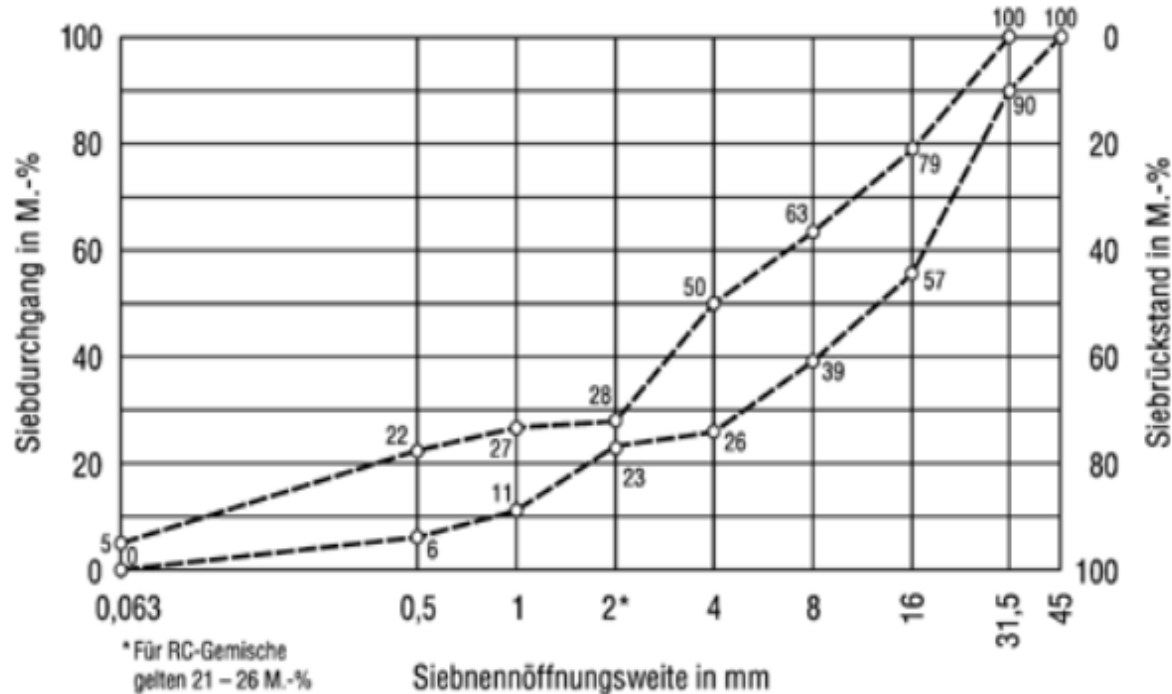
### I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke



Wasseraustrittsstellen bei Verbundbauweise

## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke



Quelle: ZTV SoB-StB 04/07

- wasserdurchlässig
- umlagerungsbeständig
- tragfähig

aus ARS Nr. 37/1997  
und ARS Nr. 6/2002

### Betondecke auf Schottertragschicht - Kornverteilung

### I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke



TP Gestein-StB Teil 8.3.2

Bestimmung des  
Infiltrationsbeiwertes mit dem  
Modifizierten Standrohr-Infiltrometer  
– in situ-Verfahren

Betondecke auf Schottertragschicht - Wasserdurchlässigkeit



## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### I. Auflagerungsbedingungen der Betondecke



### Betondecke - Auflagerungsbedingungen

### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien

#### TL Beton-StB 07

Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ eingeführt mit dem ARS 13/2008

ergänzt durch: ARS 28/2012 und 04/2013

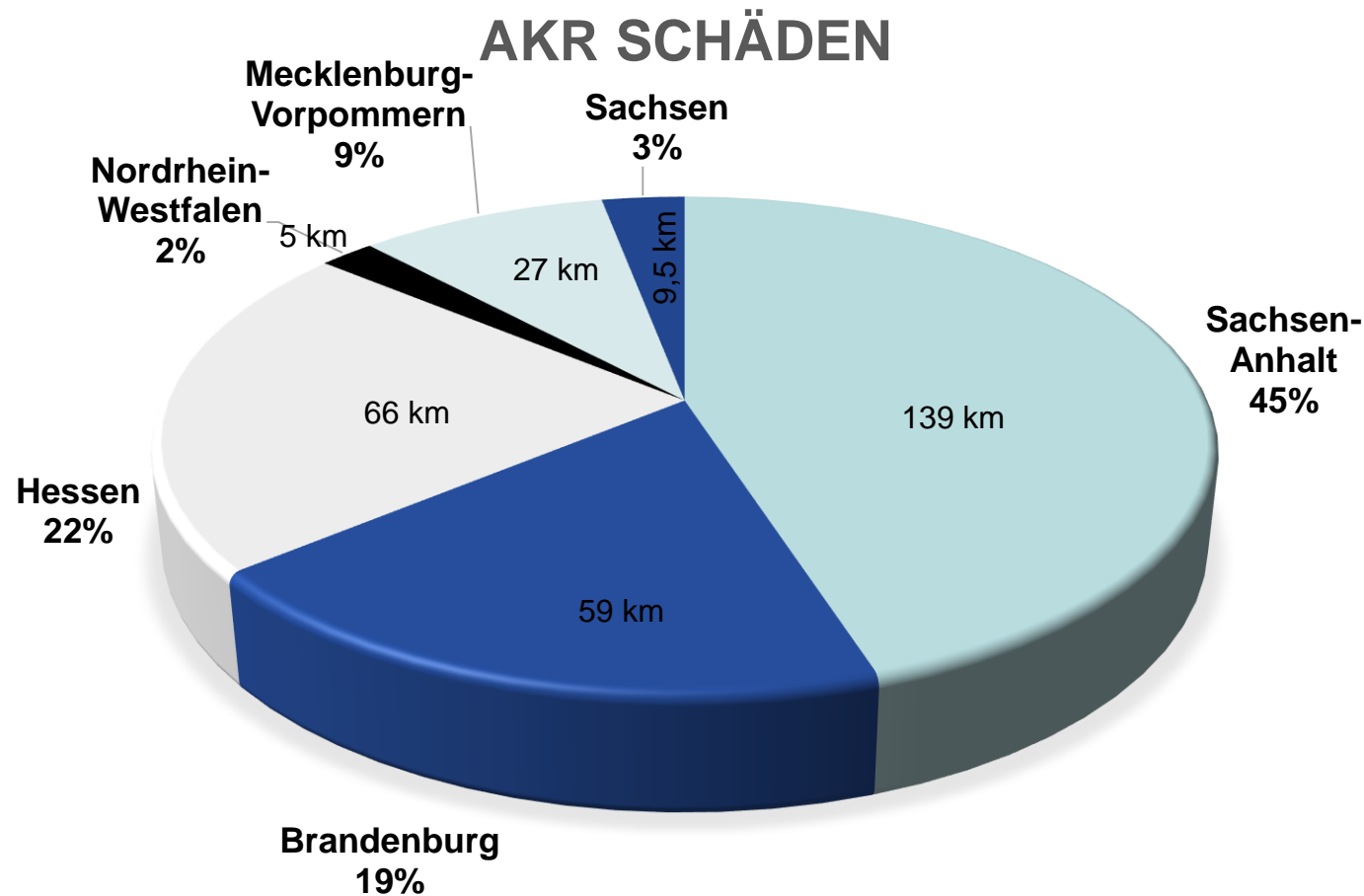
**ARS 04/2013 „Vermeidung von Schäden an Fahrbahndecken aus Beton infolge Alkali-Kieselsäure-Reaktion“**

### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien

#### AKR - Geschichte

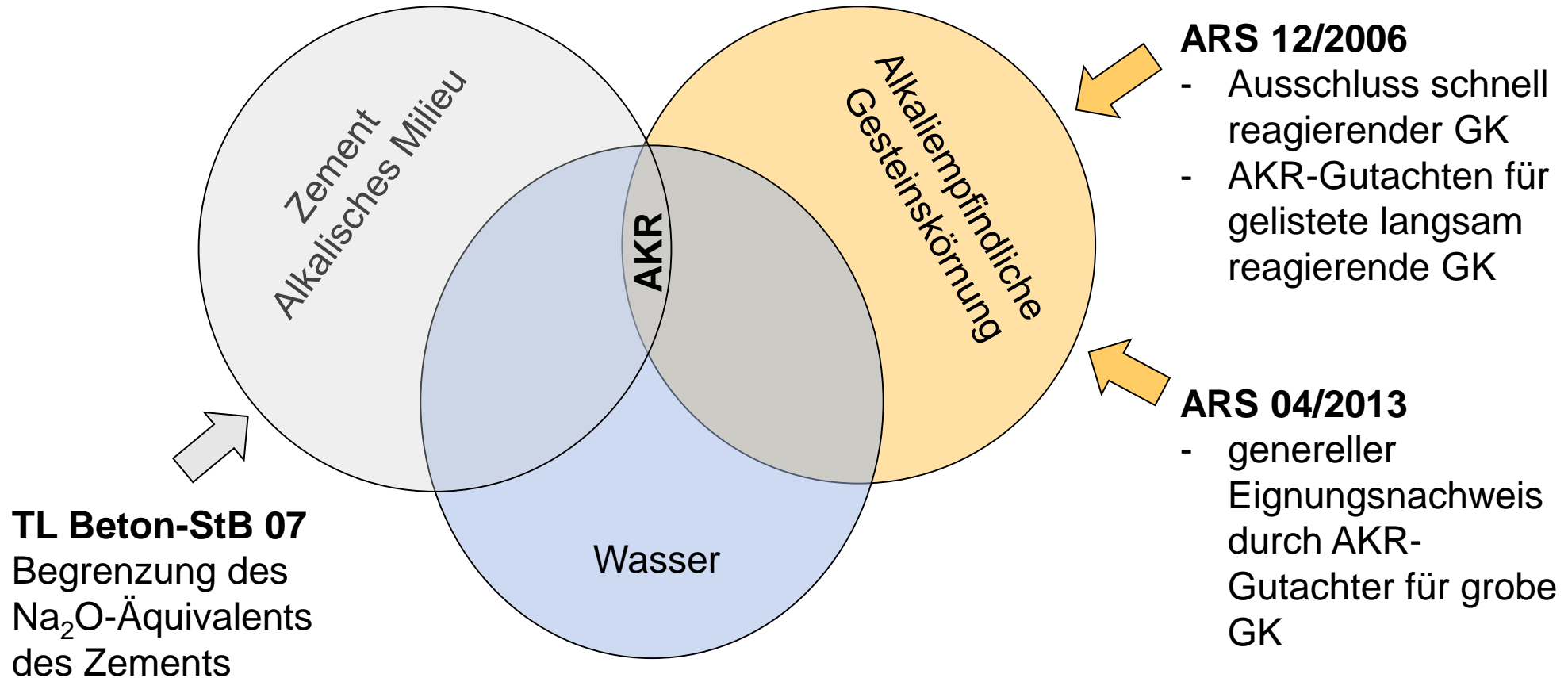
- seit den frühen 40iger Jahren in den USA bekannt
- in Deutschland erster bekannter Schaden 1965 an der Lachwehrbrücke in Schleswig-Holstein, Gesteinskörnung **Opalsandstein und poröser Flint**
- 1996-1998 erstmals Schäden an Betonfahrbahndecken Südwestdeutschlands, Gesteinskörnung **Kies-Edelsplitt des Oberrheins**
- aktuell von 3500 km Betonautobahn ca. 300 km AKR geschädigt

### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien



Deutscher Bundestag: Antwort auf kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Drucksache 18/2688): Ausmaß der Schäden durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion an Betonfahrbahndecken und Ingenieurbauwerken im Bundesfernstraßennetz. 29.09.2014, [www.abe-labor.de](http://www.abe-labor.de)

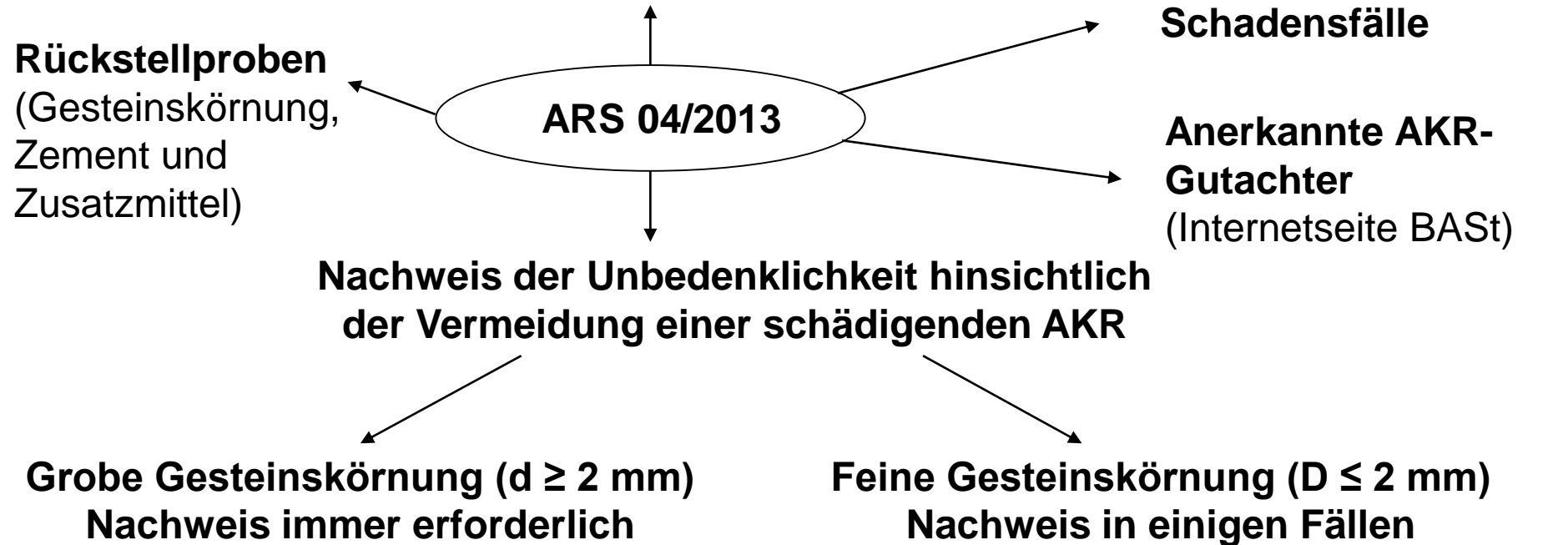
### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien



### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien

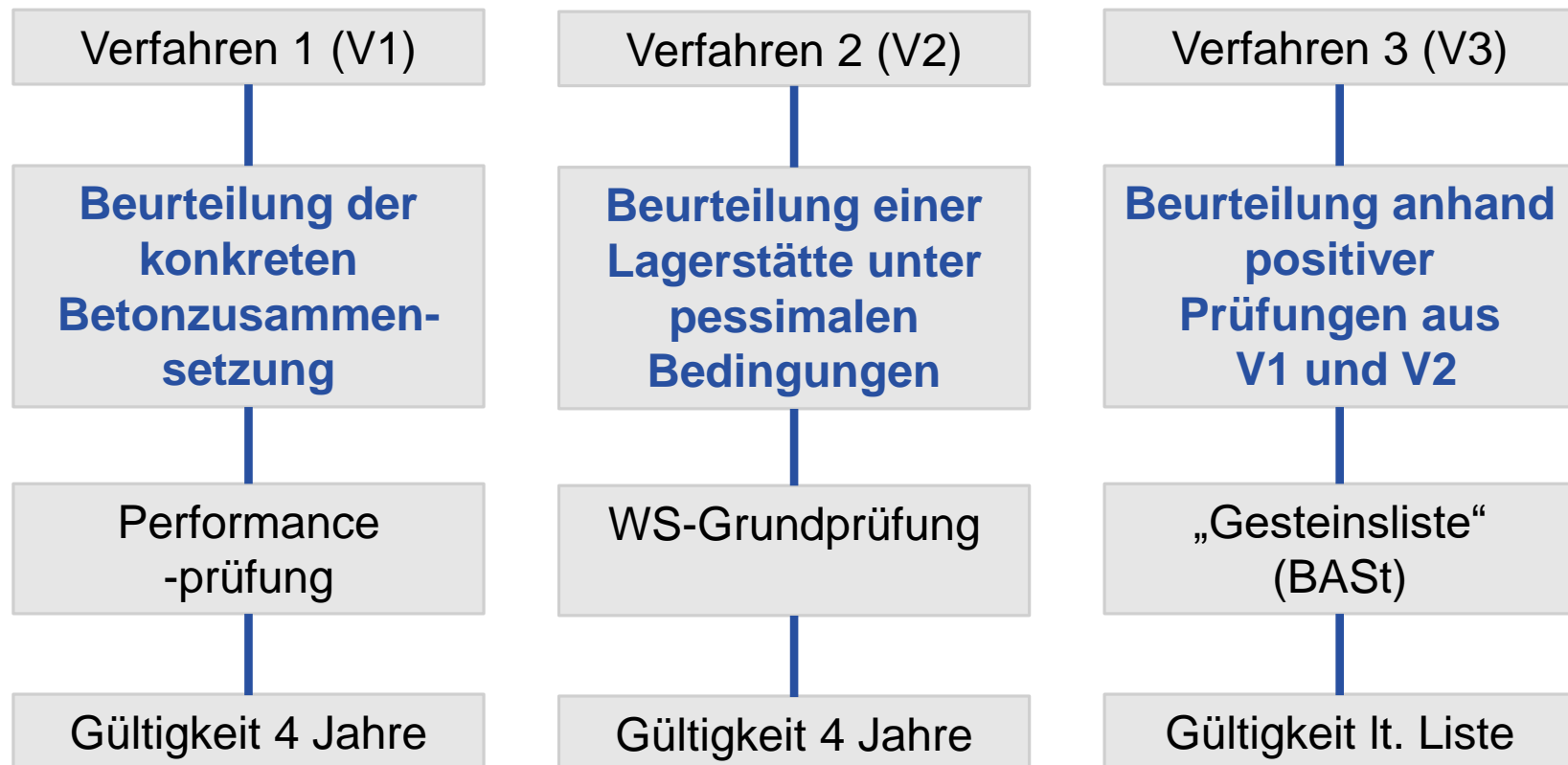
#### Geltungsbereich:

Neubau und Erneuerung von  
Fahrbahndecken aus Beton für Bundesfernstraßen  
der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,8  
gemäß RStO 12 (Feuchtigkeitsklasse WS)






### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien

#### Drei mögliche Verfahren:



### II. Verwendung geeigneter Ausgangsmaterialien

| Schadens-kategorien | Foto  | Beschreibung  |
|---------------------|---|---|
| I                   |    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Verfärbung Fugen/Fugenkreuze</li><li>- noch keine Rissbildung</li></ul>   |
| II                  |   | <ul style="list-style-type: none"><li>- ausgeprägte Verfärbung an den Fugen</li><li>- Rissbildung an Fugen/Fugenkreuzen</li></ul>   |
| III                 |  | <ul style="list-style-type: none"><li>- ausgeprägte Verfärbung an den Fugen</li><li>- ausgeprägte Rissbildung</li><li>- Kantenschäden, Eckabbrüche, Substanzverlust</li></ul> |



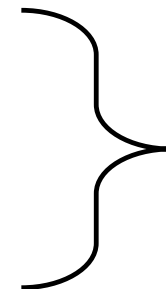
### III. Ausbildung von Endbereichen

- kein Einsatz von Endspornen
- Anordnung von Raumfugen oder/und Asphaltvorfeldern
- Ausbildung einer doppelten Platte im Endbereich
- Überbauung kurzer Brücken

*Temperaturdifferenz  $\Delta T = 30 \text{ K}$*

*Plattenlänge  $l_0 = 5 \text{ m}$*

*Wärmedehnzahl  $\alpha = 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$*



*Wärmeausdehnung  $\Delta l = l_0 \times \alpha \times \Delta T$*

$$\text{Wärmeausdehnung } \Delta l = 5 \text{ m} \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \times 30 \text{ K} = 1,5 \text{ mm}$$

## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### III. Ausbildung der Endbereiche

- Anordnung von Raumfugen oder/und Asphaltvorfeldern

| <b>Lufttemperatur<br/>[°C]</b> | <b>Anzahl Raumfugen<br/>[-]</b> |
|--------------------------------|---------------------------------|
| ≥ 25 °C                        | 1 Raumfuge                      |
| 18 bis < 25 °C                 | 2 Raumfugen                     |
| 10 bis < 18 °C                 | 3 Raumfugen                     |
| < 10 °C                        | 4 Raumfugen                     |

### III. Ausbildung der Endbereiche



Anordnung von Raumfugen oder Asphaltvorfeldern

### IV. Hitzeaufbrüche



Ausknicken von Platten oder Plattenteilen

## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### IV. Hitzeaufbrüche

Temperaturausdehnung von Betonplatten:



Längenausdehnung und Spannung bei Dehnungsbehinderung?

*Nullspannungstemperatur*  $T_{02} = -10\text{ °C}$

*Deckentemperatur*  $T_D = 45\text{ °C}$

*Plattenlänge*  $l_0 = 5\text{ m}$

*Wärmedehnzahl*  $\alpha = 10^{-5} \frac{1}{K}$

*E – Modul*  $= 45.000 \frac{N}{mm^2}$

*Deckendicke*  $d = 220\text{ mm}$

*Wärmeausdehnung*  $\Delta l = l_0 \times \alpha \times \Delta T$

**➔** *Spannung*  $\sigma = E \times \varepsilon$

**➔** *Druckkraft*  $F = \sigma \times A$

### IV. Hitzeaufbrüche

Temperaturausdehnung von Betonplatten:

- Berechnungsergebnisse

| $T_0$ [°C] | $\Delta l$ [mm] | F je lfd m [kN] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| 10         | 1,75 mm         | 3465            | 15,75                         |
| -10        | 2,75 mm         | 5445            | 24,75                         |

**Lösung: z.B. Raumfugen als Entlastungsschnitte einbringen.**

### IV. Hitzeaufbrüche



Abplatzen oberer Beton und Zerstörung unterer Beton

## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### V. Fugenanordnung

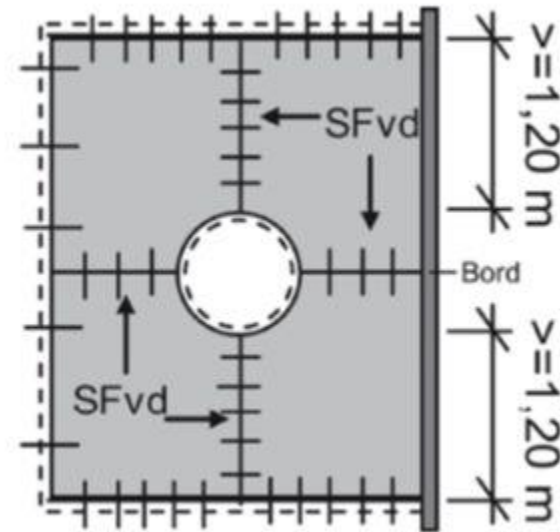


Quelle: Straßenbau heute

Betonstraße in Görlitz, 1928



### V. Fugenanordnung



Quelle: M VaB

- Merkblatt „Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton“ (M VaB)
  - Teil 1: Kreisverkehre, Busverkehrsflächen und Rastanlagen (2013)
  - Teil 2: Stadt- und Landstraßen (2015)
  - Teil 3: Container- und Logistikflächen (2018)

### V. Fugenanordnung



Betonstraße in Berlin, 2018

### VI. Anwendung statistischer Kenngrößen

Grundsätzlich gilt für die **Dimensionierung der Betondecke**, rechnerisch oder nach RStO:

- die Platten der Betondecke arbeiten für sich allein
- entscheidendes Kriterium sind die wechselnden **Zugspannungen** an der oberen und unteren Randfaser

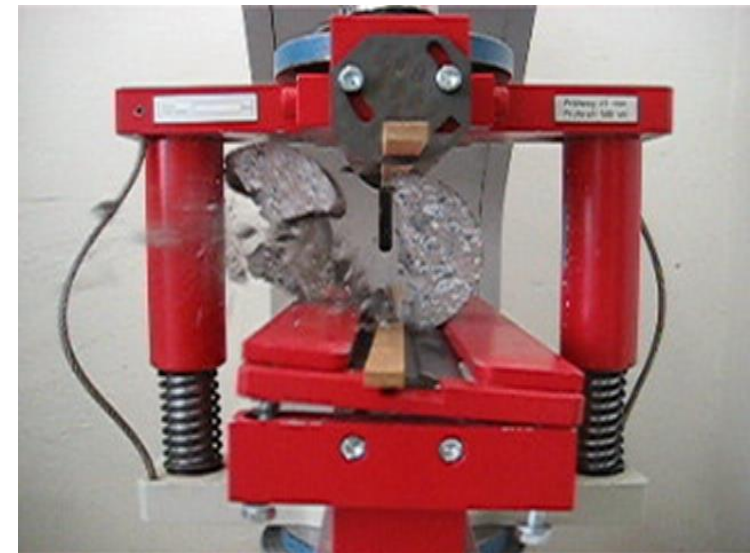
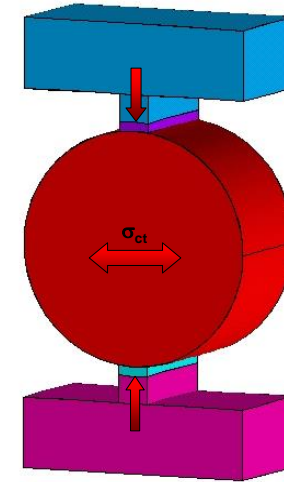
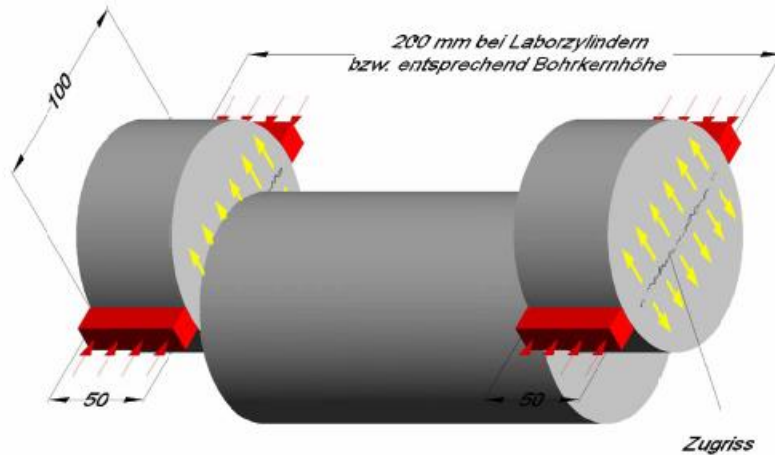
Allgemein gilt, die einwirkenden Momente müssen kleiner als die aufnehmbaren Momente sein.

$$M_E = M_{\text{aus Verkehr}} + M_{\text{aus Temperatur}} < M_R = 0,167 * h_d^2 * f_d$$

**$h_d$  – Deckendicke** (AL DA Arbeitsanleitung zur statistischen Dickenauswertung von Asphalt- und Betonschichten für rechnerisch dimensionierte Verkehrsflächen, Ausgabe 2011)

**$f_d$  – Spaltzugfestigkeit** (TP B-StB Teil 3.1.05 Spaltzugfestigkeit von Beton an Zylinderscheiben)

## VI. Anwendung statistischer Kenngrößen



Spaltzugfestigkeit an Zylinderscheiben TP B-StB Teil 3.1.05

## 2. Planungsbedingte Imperfektionen

### VI. Anwendung statistischer Kenngrößen

| Nr.                   | mittlere Zylinderscheibe |      |         |             |           |                                      | obere Zylinderscheibe |      |         |             |           |              | untere Zylinderscheibe |      |         |             |           |              |  |
|-----------------------|--------------------------|------|---------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------|------|---------|-------------|-----------|--------------|------------------------|------|---------|-------------|-----------|--------------|--|
|                       | Ø                        | Höhe | Gewicht | Rohdichte   | Bruchlast | fc, cyl                              | Ø                     | Höhe | Gewicht | Rohdichte   | Bruchlast | fct,sp       | Ø                      | Höhe | Gewicht | Rohdichte   | Bruchlast | fct,sp       |  |
|                       | [mm]                     | [mm] | [g]     | [kg/dm³]    | [kN]      | [N/mm²]                              | [mm]                  | [mm] | [g]     | [kg/dm³]    | [kN]      | [N/mm²]      | [mm]                   | [mm] | [g]     | [kg/dm³]    | [kN]      | [N/mm²]      |  |
| 2.1                   | 95                       | 100  | 1668    | 2,35        | 310       | 43,8                                 | 95                    | 52   | 861     | 2,34        | 27,4      | 3,53         | 95                     | 51   | 842     | 2,33        | 25,8      | 3,59         |  |
| 2.2                   | 99                       | 98   | 1748    | 2,32        | 378       | 49,1                                 | 98                    | 51   | 921     | 2,39        | 26,7      | 3,40         | 98                     | 53   | 942     | 2,36        | 29,5      | 3,82         |  |
| 2.3                   | 95                       | 100  | 1762    | 2,49        | 208       | 33,4                                 | 95                    | 50   | 845     | 2,38        | 24,6      | 3,30         | 95                     | 51   | 882     | 2,44        | 21,4      | 3,01         |  |
| 2.4                   | 95                       | 103  | 1788    | 2,45        | 318       | 44,9                                 | 95                    | 52   | 908     | 2,46        | 29,9      | 3,86         | 95                     | 53   | 856     | 2,28        | 22,7      | 3,07         |  |
| 2.5                   | 95                       | 97   | 1600    | 2,33        | 392       | 55,3                                 | 95                    | 48   | 802     | 2,36        | 35,5      | 4,96         | 95                     | 50   | 931     | 2,63        | 29,2      | 3,92         |  |
| <b>Mittelwerte</b>    |                          |      |         | <b>2,39</b> |           | <b>45,3</b>                          |                       |      |         | <b>2,39</b> |           | <b>3,81</b>  |                        |      |         | <b>2,41</b> |           | <b>3,48</b>  |  |
| Standardabweichung    |                          |      |         | [N/mm²]     | s         | 8,1                                  |                       |      |         |             | s         | 0,68         |                        |      |         |             | s         | 0,42         |  |
| Variationskoeffizient |                          |      |         | [%]         | V         | <b>17,8</b>                          |                       |      |         |             | V         | <b>17,73</b> |                        |      |         |             | V         | <b>12,06</b> |  |
|                       |                          |      |         |             | fck       | <b>34,0</b>                          |                       |      |         |             | fctk, sp  | <b>1,52</b>  |                        |      |         |             | fctk, sp  | <b>1,71</b>  |  |
| fc                    | Druckfestigkeit          |      |         |             | fck       | charakteristische Druckfestigkeit    |                       |      |         |             |           |              |                        |      |         |             |           |              |  |
| fct, sp               | Spaltzugfestigkeit       |      |         |             | fctk, sp  | charakteristische Spaltzugfestigkeit |                       |      |         |             |           |              |                        |      |         |             |           |              |  |

-  $f_{ctk, core} = f_{ctm, core} - k * s$  mit  $k = 3,3821$  und charakteristischer Druckfestigkeit gemäß DIN EN 13791 folgt die Straßenbetonklasse: **StC 30/37 – ??**

- üblich für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk100 ist die Straßenbetonklasse **StC 30/37 – 3,3**

- 1. Einleitung**
- 2. Planungsbedingte Imperfektionen**
- 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen**

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Maschinelles Einbau mit Gleitschaltungsfertiger

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Maschinelles Einbau mit Gleitschaltungsfertiger



# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Maschineller Einbau mit Gleitschaltungsfertiger

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Maschineller Einbau mit Gleitschaltungsfertiger

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Maschinelles Einbau mit Gleitschaltungsfertiger

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Handeinbau mit Rüttelflasche und Glättwalze

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Handeinbau mit Rüttelbohle

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## I. Verdichtung



Verdichtungsmangel

### I. Verdichtung



Porenhäufung Waschbeton

## II. Fugenherstellung (Scheinfugen)

- frühzeitig geschnittene Fugenkerben
- Querscheinfugen mindestens 25 %, höchstens 30 % der Deckendicke
- Längsscheinfugen mindestens 40 %, höchstens 45 % der Deckendicke
- Mindestdruckfestigkeit zur Herstellung des Fugenspalt 26 MPa



# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## II. Fugenherstellung (Scheinfugen)



Kerbschnitt mit Riss

## II. Fugenherstellung (Scheinfugen)

- Kerbschnitt oder Fugenspalt zu früh geschnitten
- zu frühes Überfahren mit Verschmutzung



Ausbrüche

## II. Fugenherstellung (Scheinfugen)



- Fugenschnitt zu spät, nicht tief genug
- ungeeignete Betonzusammensetzung, Zugfestigkeit zu gering, Schwindmaß zu hoch



Riss trotz regelkonformer Fugenanordnung

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Mörtelanreicherungen Waschbeton

- falsche Betonkonsistenz oder zu große Streuung der Konsistenz
- zu große Schwankungen in den Ausgangsstoffen, hier Feinstsandanteil des Sandes
- Abstimmung zwischen Rüttelenergie, Rüttelfrequenz, Fertigergeschwindigkeit und Konsistenz passt nicht
- Oberflächenverzögerer nicht ausreichend wirksam

## III. Oberflächenmängel/Schäden

- Texturtiefe lt. ZTV Beton-StB 07 0,6 mm bis 1,1 mm
- anzustreben sind 0,7 mm bis 1,1 mm



Mangelhafte Griffigkeit durch zu geringe Texturtiefe

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

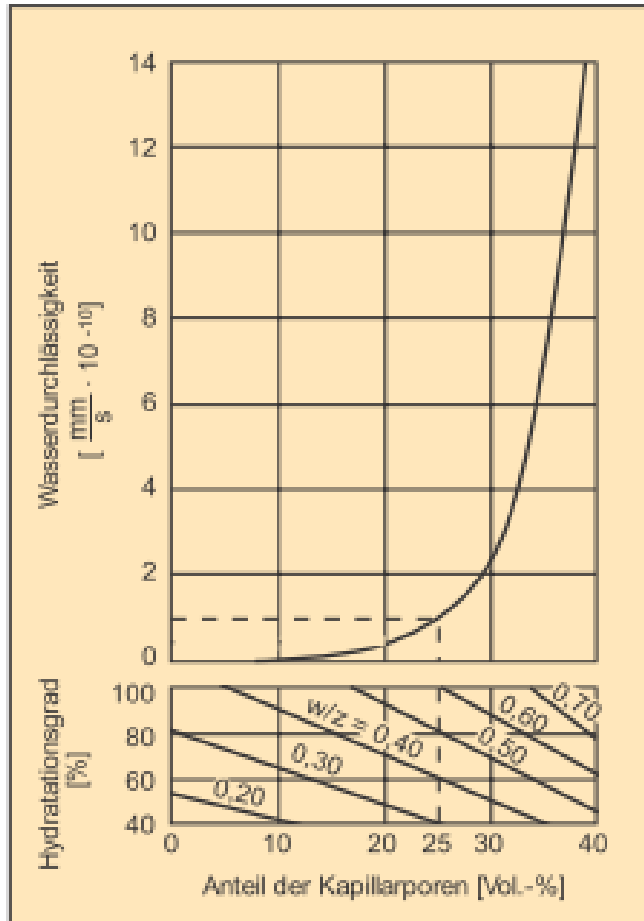
## III. Oberflächenmängel/Schäden



Manuelles Nacharbeiten ohne Wasserzugabe

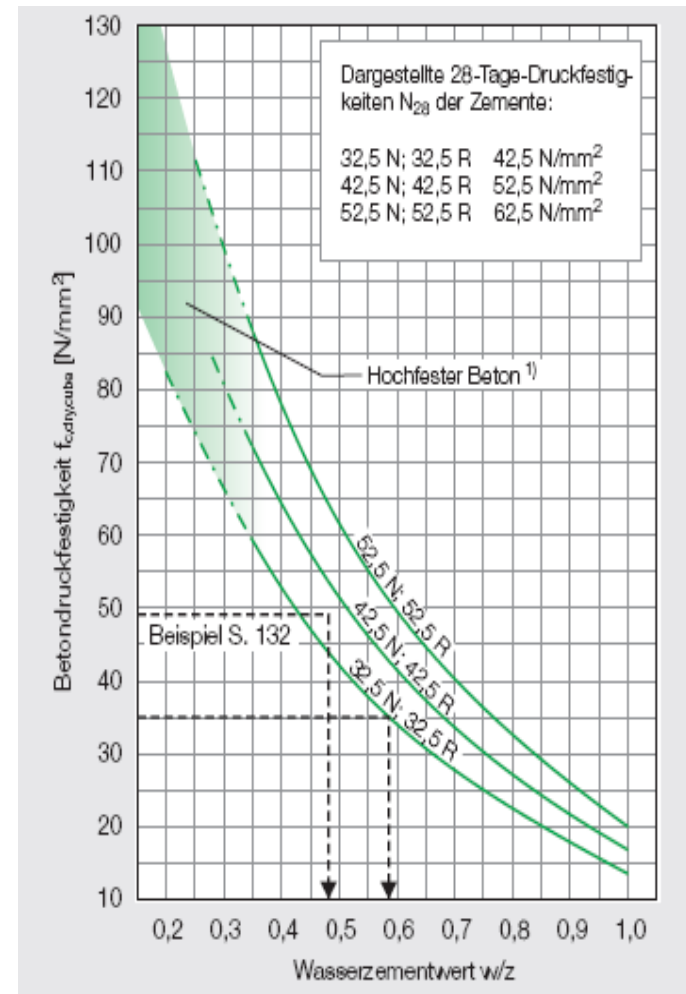
## III. Oberflächenmängel/Schäden

Wasserdurchlässigkeit von Zementstein in  
(nach T.C. Powers)



Abplatzungen über Gesteinskörnungen

Betondruckfestigkeit in Abhängigkeit des W/Z-  
Wertes (nach Walz)



Quelle: Betontechnische Daten

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Abplatzungen über Gesteinskörnungen an mörtelstrukturierter Oberfläche



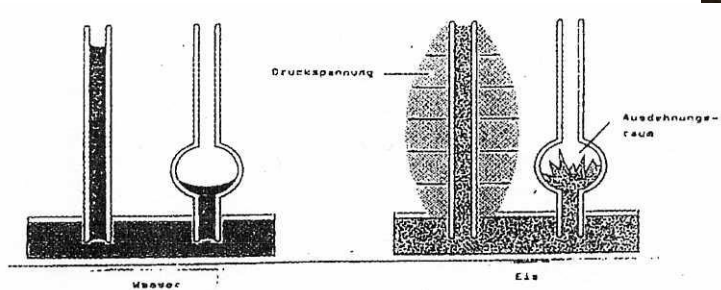
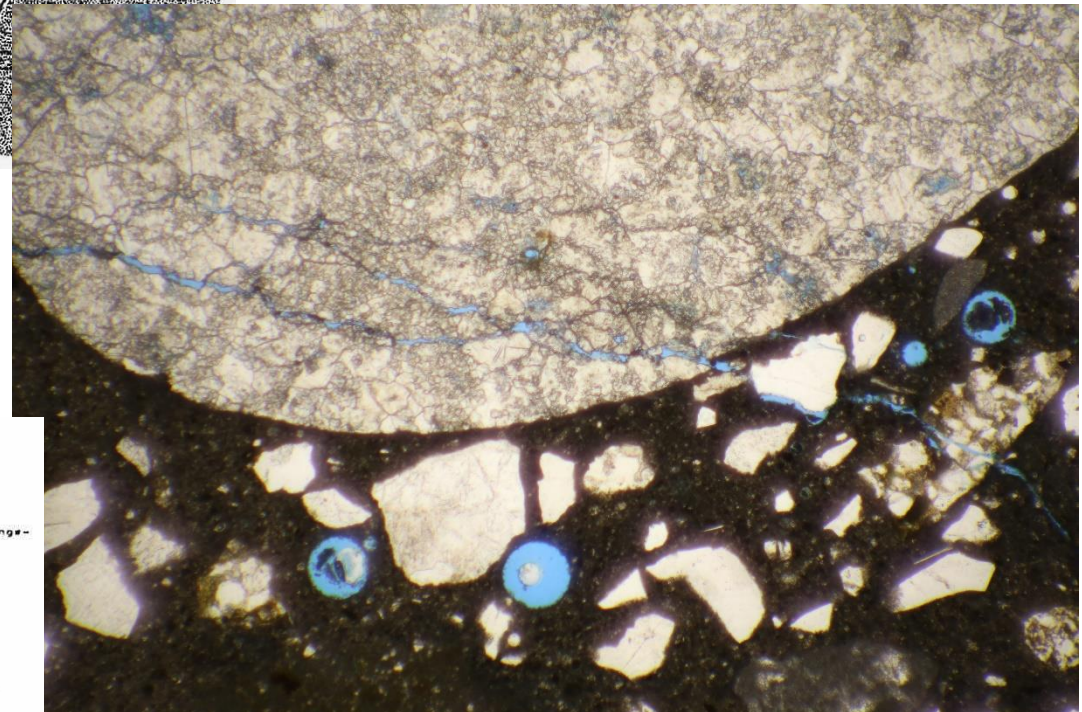
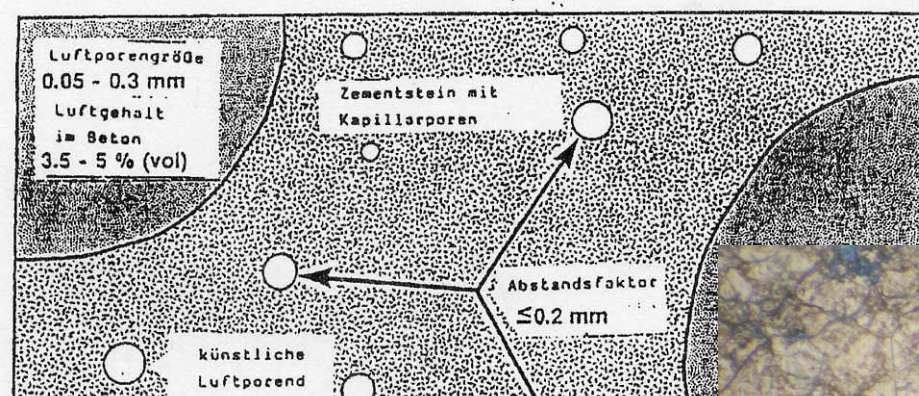
# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Abplatzungen über Gesteinskörnungen

## III. Oberflächenmängel/Schäden



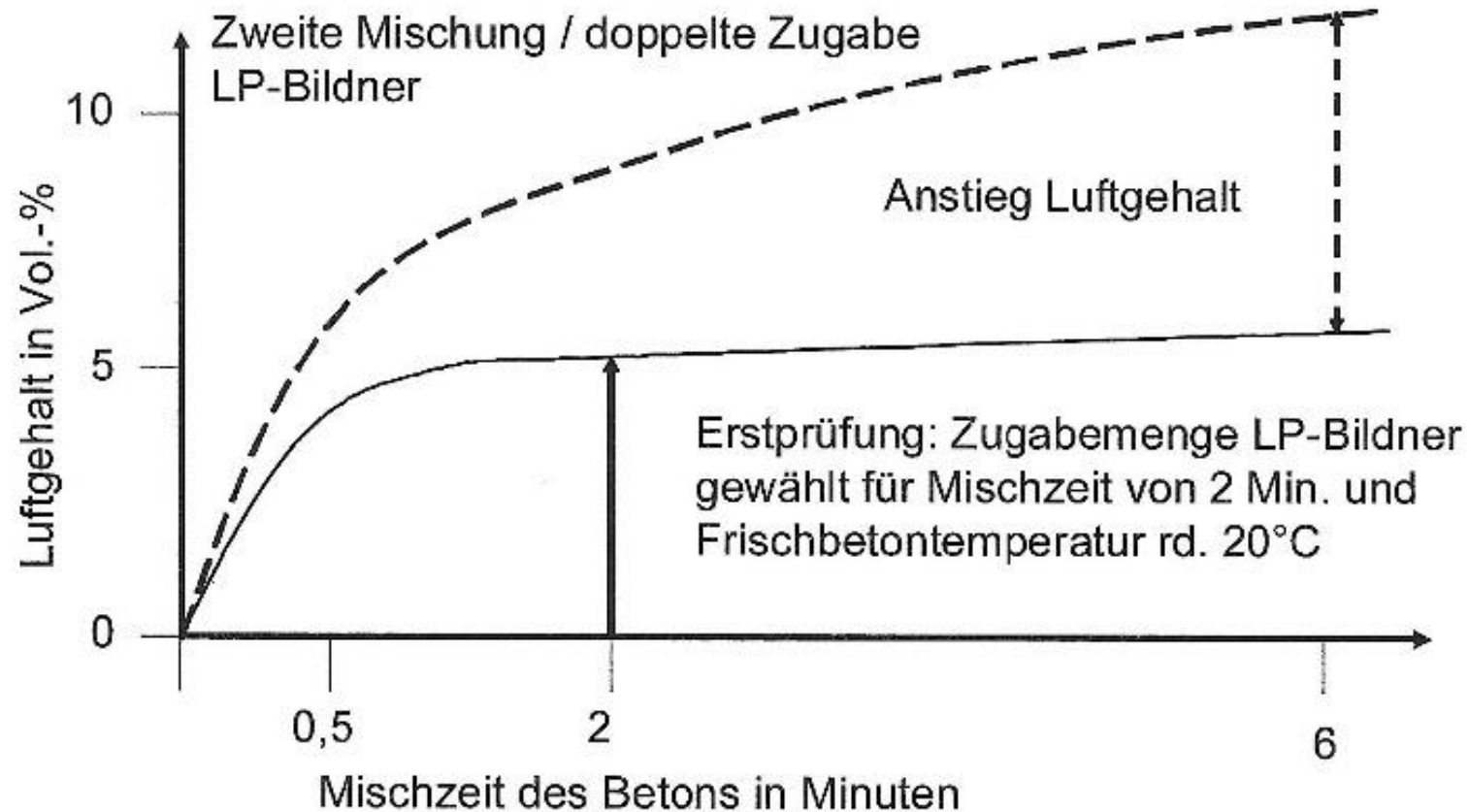
Ausreichend künstliche Mikroluftporen im Beton

## III. Oberflächenmängel/Schäden



fehlende Frost-Tausalz-Beständigkeit

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Luftporenbildung in Abhängigkeit von der Dosierung (Eickschen 2009)

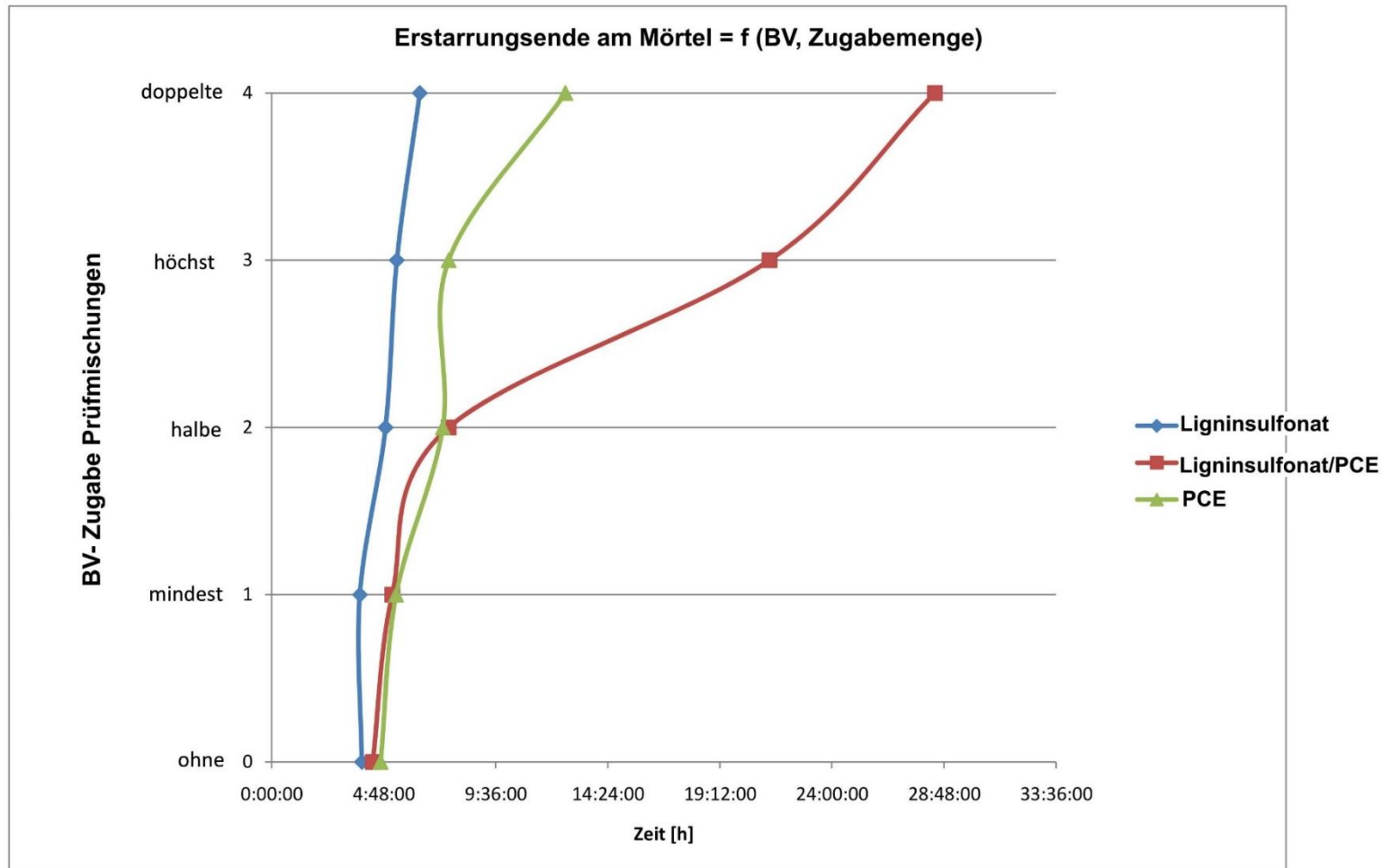
# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## III. Oberflächenmängel/Schäden

| Wirkungsweise     | Wirkstoff                               | Eigenschaft  | Anwendung |
|-------------------|---|--|-----------|
| Grenzflächenaktiv | Naphtalinsulfonate                      | Verzögern, gute Plastifizierung, neigen zur Luftporenbildung, Nebenprodukt der Zellulose-Industrie                     | BV / FM   |
| Grenzflächenaktiv | Ligninsulfonate                         | Sehr gute Plastifizierung, synthetisch hergestellt, billige Qualitäten neigen zur LP-Bildung                           | BV        |
| Dispergierend     | Melaminharze                            | Gute Plastifizierung, müssen jedoch höher dosiert werden, keine Verzögerung, Klebeeffekt, gut geeignet für LP-Betone   | BV / FM   |
| Dispergierend     | Polycarboxilate/<br>Polycarboxylatether | Sehr gute Plastifizierung bei geringen Dosiermengen; lang anhaltende Wirkung, gutes Zusammenhaltevermögen der Mischung | BV / FM   |

### Betonverflüssiger/Fließmittel

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Veränderung des Erstarrungsendes durch Verflüssigerzugabe

## III. Oberflächenmängel/Schäden

| Oberflächentemperatur<br>$\vartheta$<br>[°C] | Mindestdauer der Nachbehandlung [d] <sup>c)</sup> |               |               |
|--|---|---------------|---------------|
|  | Festigkeitsentwicklung des Betons <sup>a)</sup>   |               |               |
|  | $r = f_{cm2}/f_{cm28}$                            |               |               |
|  | schnell   | mittel        | Langsam       |
|  | $r \geq 0,50$                                     | $r \geq 0,30$ | $r \geq 0,15$ |
| $\geq 25$                                    | 2   | 4             | 4             |
| $25 > \vartheta \geq 15$                     | 2   | 4             | 8             |
| $15 > \vartheta \geq 10$                     | 4   | 8             | 14            |
| $10 > \vartheta \geq 5^b)$                   | 6   | 12            | 20            |

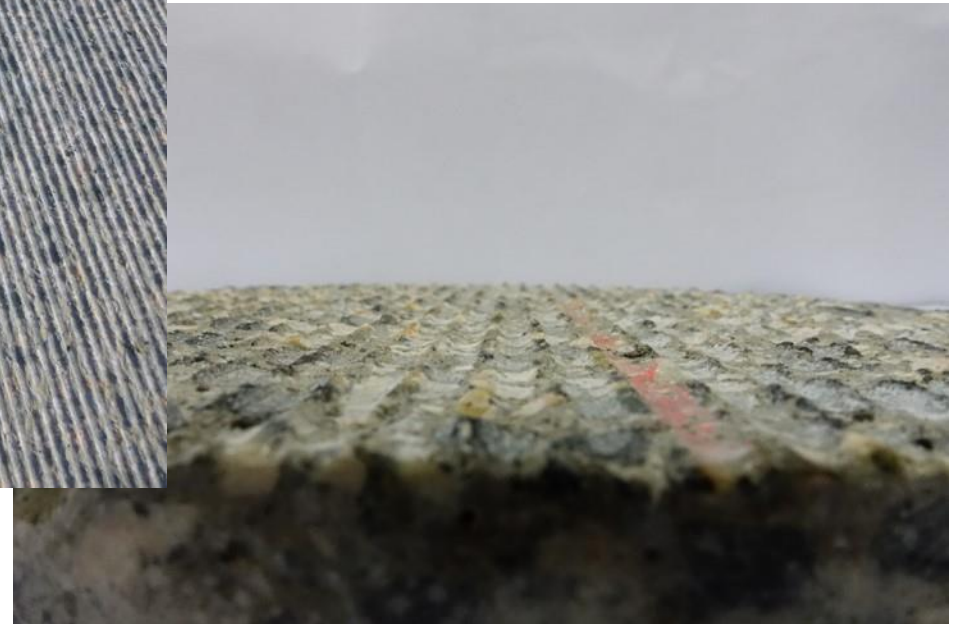
<sup>a)</sup> Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten nach 2 Tagen und nach 28 Tagen ermittelt, das bei der Erstprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d.h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

<sup>b)</sup> Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer und die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.

<sup>c)</sup> Nachbehandlungszeit ist bei Verarbeitungszeit > 5 h angemessen zu verlängern.

Nachbehandlung abhängig vom Erstarren/Erhärten nach DIN 1045-3

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Grindingoberfläche



## III. Oberflächenmängel/Schäden



Grindingoberfläche

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## III. Oberflächenmängel/Schäden



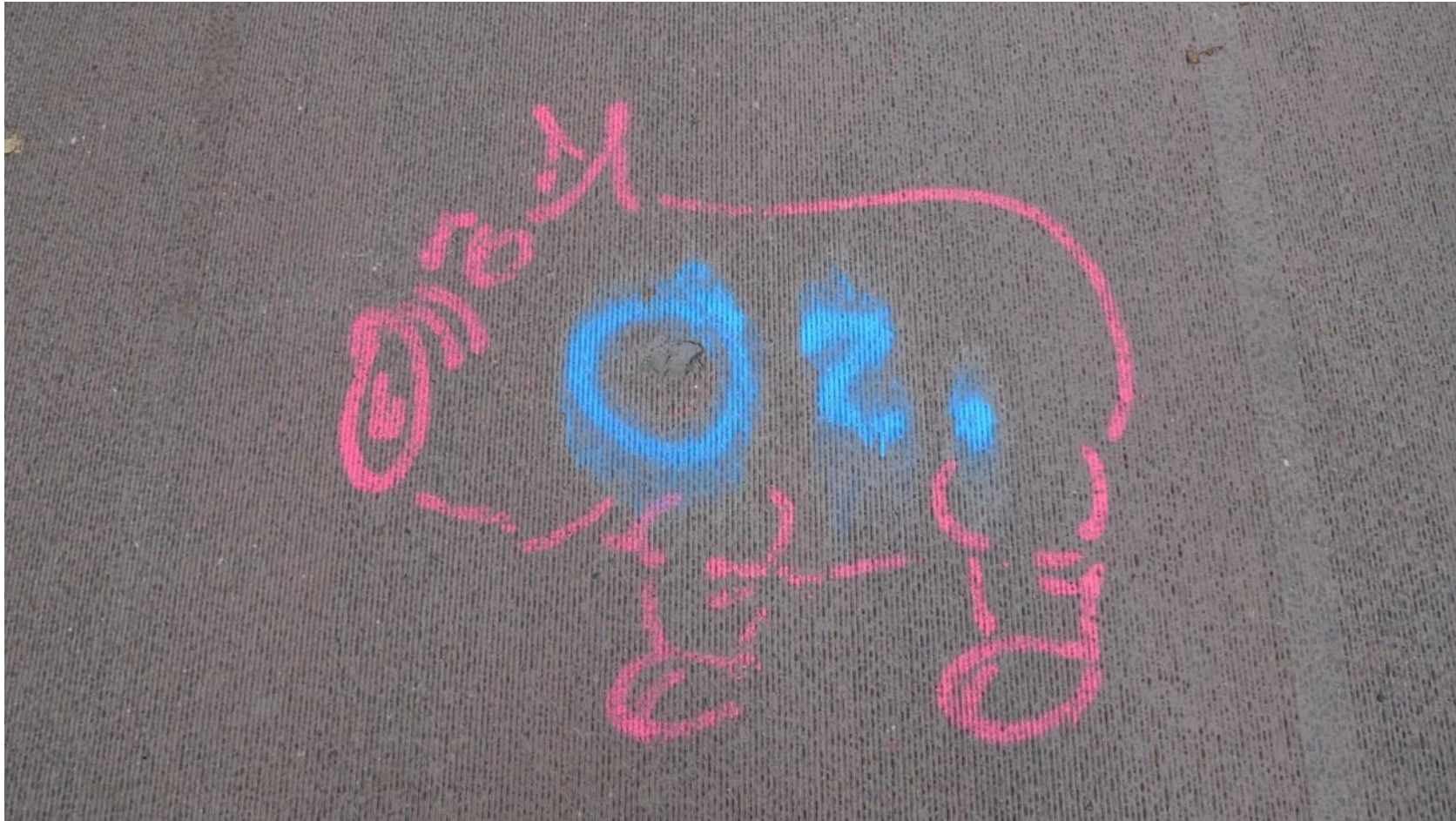
Grindingoberfläche

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Grindingoberfläche

## III. Oberflächenmängel/Schäden



Grindingoberfläche

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## IV. Fehllage Dübel/Anker



Dübel auf Körben und Klebeanker

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## IV. Fehllage Dübel/Anker



Dübel an einem Tagesansatz

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## IV. Fehllage Dübel/Anker



Dübel und Anker im Frischbeton gesetzt

## IV. Fehllage Dübel/Anker



Dübel und Anker im Frischbeton gesetzt



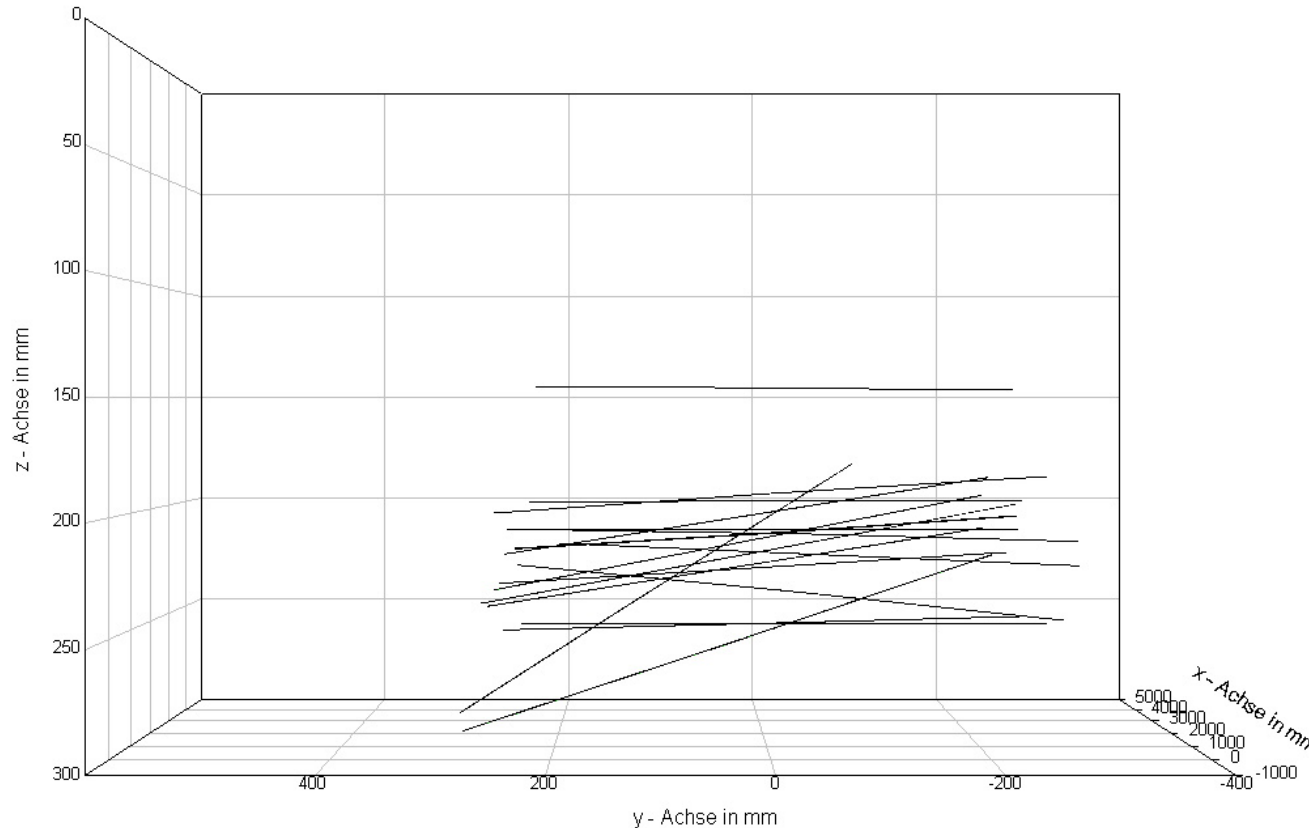
## IV. Fehllage Dübel/Anker



Dübel und Anker im Frischbeton gesetzt

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## IV. Fehllage Dübel/Anker

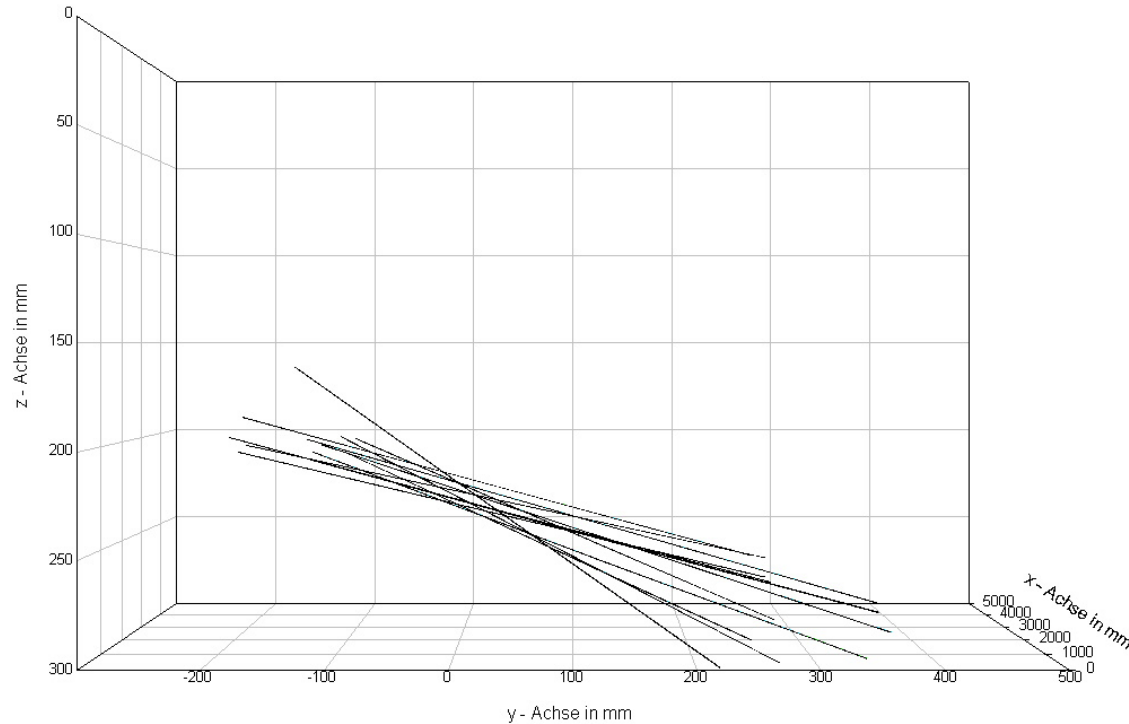


Dübel und Anker im Frischbeton gesetzt

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen



## IV. Fehllage Dübel/Anker



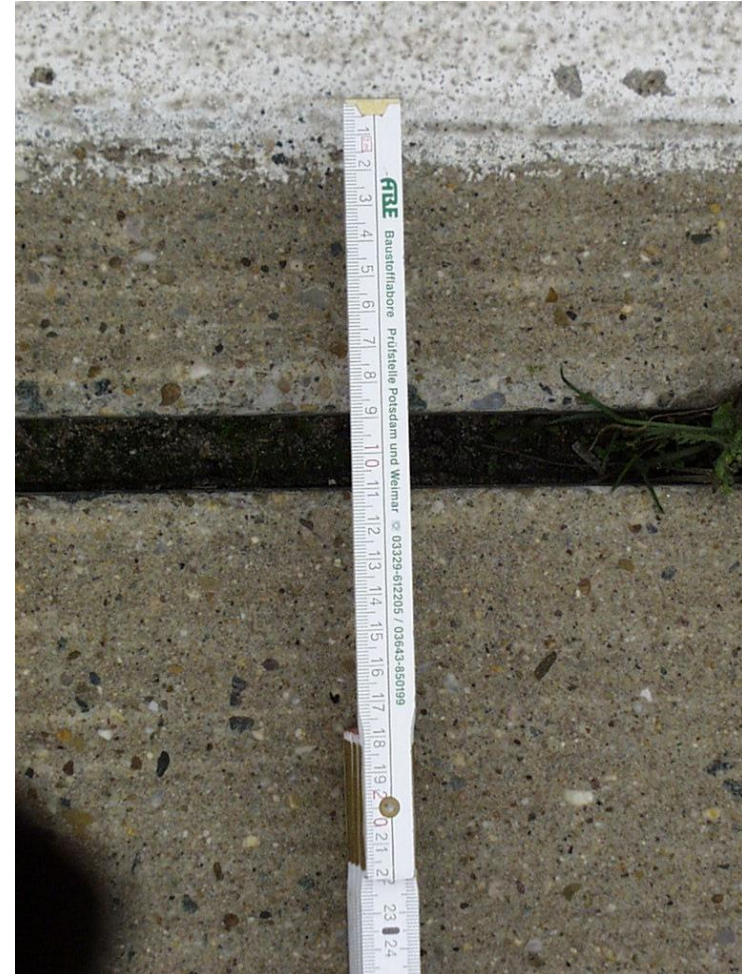
Dübel und Anker im Frischbeton gesetzt

# 3. Ausführungsbedingte Imperfektionen

## IV. Fehllage Dübel/Anker



Längsscheinfuge nicht verankert



**Stefan Pichottka**

**ABE Bauprüf- und -beratungsgesellschaft mbH**

**Ruhlsdorfer Str. 95**

**14532 Stahnsdorf**

**Tel.: +49 3329 6069 0**

**Fax: +49 3329 6069 28**

**Email: [post@abe-potsdam.de](mailto:post@abe-potsdam.de)**

**[www.abe-labor.de](http://www.abe-labor.de)**