

# Weiterentwicklung der Bemessungsmethoden für Verkehrsflächen – Teil Betonstraßen, Komplex 1: Testung Bemessungsprogramm AWDSTAKO (Version 1.2) – Einfluss der variablen Eingangsgrößen

FA 4.194  
 Forschungsstelle: Villaret Ingenieurgesellschaft mbH, Hönow  
 Bearbeiter: Pfeifer, U. / Villaret, S.  
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn  
 Abschluss: März 2007

Das Dimensionierungssystem entspricht dem analytischen Grundkonzept der Europäischen Normung im Betonbau und wurde für den Betonstraßenbau weiterentwickelt. Die Grundgleichung lautet: einwirkendes Moment  $M_E \leq$  aufnehmbares Moment  $M_R$ .

Der Ablauf des Dimensionierungssystems folgt:

## 1 Aufgabenstellung

Das Bemessungsprogramm AWDSTAKO, dem das gleichzeitig erarbeitete Fachtechnische Handbuch für Betondecken für Straßen- und Verkehrsflächen – Lastannahmen, Berechnung, Nachweisführung zugrunde liegt (Pfeifer, 2002), wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens "Bemessungsverfahren für Betonoberbau" (Pfeifer, 2002a) erarbeitet. Es wurde im April 2002 als Version 1.0 fertiggestellt; über die eigentliche Systementwicklung hinausgehend erfolgte hierbei bereits eine umfangreiche Testung. Im Schlussbericht wurde aber auch die erforderliche Grenzwerttestung herausgearbeitet.

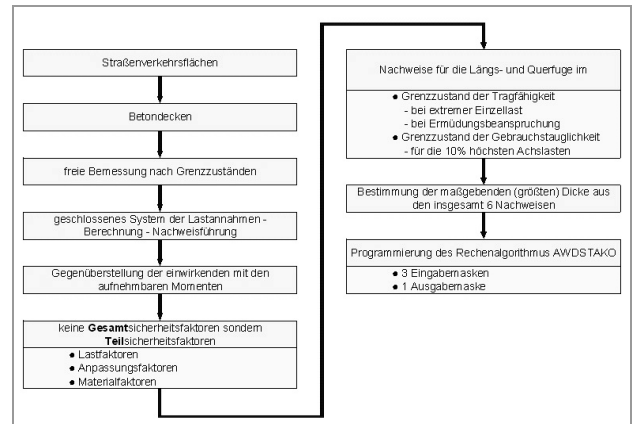


Bild 2: Grundsystem des Dimensionierungsprogramms

Zu bemerken ist, dass die im Bericht verwendeten Termini "Bemessung" und "Dimensionierung" die gleiche Bedeutung haben; der Ausdruck Bemessung wurde in der zitierten Literatur verwendet. Seit 2006 gilt laut FGSV-Beschluss die Bezeichnung "Dimensionierung" für Befestigungsdicken.

Die maßgebenden Einflüsse auf die Dicke der Betondecke werden in Form der nachfolgenden Teilsicherheitsfaktoren berücksichtigt (Bild 3), von denen die aus Belastung, Plattenabmessungen und Spaltzugfestigkeiten besondere Bedeutung zukommt. Diese werden neben dem Einfluss aus der Art der Tragschicht/Unterlage der Grenzwertbetrachtung unterzogen.

Das Dimensionierungssystem, umgesetzt in das oben genannte DV-Programm, ermöglicht eine Dimensionierung von Betondecken für Verkehrsflächen nach Grenzzuständen unter Berücksichtigung des gesamten bekannten Komplexes von Einflüssen im Rahmen eines semiprobabilistischen Systems (Bild 1).

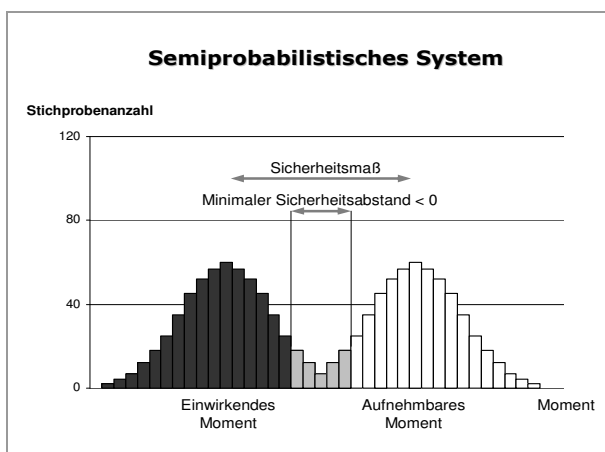


Bild 1: Semiprobabilistisches System für Betondecken von Straßenverkehrsflächen

aus Verkehr	$\gamma_{E1}$ Lastfaktor Reifenart $\gamma_{E2}$ Lastfaktor Radlast, Regelbeanspruchung $\gamma_{E3}$ Lastfaktor Radlast, Sonderfall $\gamma_{E4}$ dynamischer Anteil (Stoßfaktor) $\gamma_{EK}$ Lastfaktor Kontaktdruck
aus Temperatur	$m_{t1}$ Verkehrsverteilung über den Tag $m_{t2}$ Plattenformat $m_{t3}$ Temperaturgebiet
aus Unterlage	$m_{bL}$ Lagerungsfaktor $m_{bA}$ Kontaktfaktor
aus Konstruktion	$m_{bd}$ Querkraftübertragung $\gamma_q$ Querverteilung
aus Beton-eigenschaften	$K_{bt}$ Materialfaktor Festigkeitsverteilung, Grundlage der Ausfallrate $K_{bn}$ Materialfaktor Nacherhärtung $\gamma_{tot}$ Materialfaktor zur Berücksichtigung des langsamen Verformungsaufbaus bei Temperaturbeanspruchung

Bild 3: Last-, Anpassungs- und Materialfaktoren

Dabei werden die Dimensionierungsabläufe für Regelverkehrsbeanspruchungen in Anlehnung an die RStO 01, solche für Sonderlasten, zusätzlich, und solche für Sonderlasten, überwiegend, unterschieden. Diese und weitere Einflüsse auf die erforderliche Solldicke der Betondecke sind in Form von Teilsicherheitsfaktoren als Bausteine in das Programm eingeführt und können bei vorliegenden Präzisierungen und Weiterentwicklungen aktualisiert werden.

Ziel des Projekts war die Verfolgung der Entwicklung der Auswirkung der umfangreichen Einflussgrößen auf die Solldicke und die Grenzwerterkennung, beispielsweise beim Übergang vom maßgebenden quasistatischen Nachweis zum Ermüdungsnachweis. Auch der Anstieg der Solldicke mit steigender Plattenlänge oder abnehmender Plattenbreite war zu untersuchen, vor allem jedoch die Steuerbarkeit der Solldicke mit der nachzuweisenden charakteristischen Spaltzugfestigkeit.

Folgende Grenzbedingungen sind als Grundlagen bereits in das Dimensionierungsprogramm eingearbeitet und werden bei den Testungen nicht über-/unterschritten:

- technologisch bedingte Grenze der Einbaudicke abhängig von der Streuung bei ~ 50 cm, max. Solldicke bei 48 cm,
- Tragschichten "weit- bzw. eng oder intermittierend gestuft ..." sind unzulässig bei  $B > 0,8$  Mio. sowie
- obligatorische Verdübelung der Quertugen bei  $B > 0,8$  Mio.

Für die Plattenlängen  $L_p$  und breiten  $B_p$  und deren Verhältnis gilt:

- $B_p/L_p$  und  $L_p/B_p \leq 2,5$ ,
- $L_p$  und  $B_p \geq 1,2$  m,
- $L_p \leq 7,5$  m und
- $B_p \leq 4,5$  m.

Dabei ist  $B_p$  die Plattenbreite,  $L_p$  die Plattenlänge und  $B$  die Anzahl äquivalenter Achslasten gemäß den RStO 01 (FGSV, 2001).

## 2 Untersuchungsmethodik

Es wurden in der Aufgabenstellung Testpakete festgelegt. Innerhalb der Testpakete Ia, Ib und Ic werden die Einflüsse für die Fälle der mittleren Achslastverteilung, wie sie von der BAST anhand von Achslastwägungen ermittelt und auch den RStO 01 (FGSV, 2001) zugrunde gelegt sind, untersucht und dargestellt. Das Testpaket II wurde für Grenzwertuntersuchungen bei Sonderlasten, zusätzlich, und Sonderlasten, überwiegend, gebildet, wie sie bei Sonderverkehrsflächen und speziellen Nutzungen vorkommen.

Für zwei ausgewählte Lastkonfigurationen der Sonderlastgruppen des Dimensionierungsprogramms/-systems wurden auch Grenzwertbetrachtungen für die Berücksichtigung von abweichenden Radlasten und Reifenkontaktdrücken durchgeführt und in Diagrammen dargestellt.

Insgesamt ergab sich ein solch großer Umfang von Ergebnisdarstellungen, dass in den Forschungsbericht nur eine Auswahl aufgenommen werden konnte (sämtliche Diagramme befinden sich auf der Anlagen-CD; diese hält die BAST für Interessierte als Kopie vor).

Insgesamt wurden die Einflüsse aus

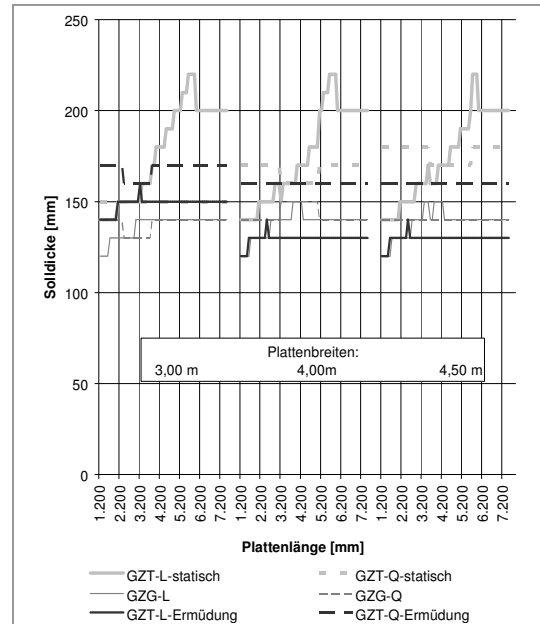
- 12 Straßenbetonklassen, insbesondere bezüglich der Abstufung der charakteristischen Spaltzugfestigkeit,
- 3 Arten der Unterlage: Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) (Gemische entsprechend B-Zahl); Vlies auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel (HGT); Asphalttragschicht (ATS),
- Grundgeometrien: 4,5 m x 7,5 m; 3,0 m x 7,5 m; 4,5 m x 4,5 m; 1,2 m x 3,0 m; 4,0 m x 5,0 m; 3,0 m x 1,2 m,
- 5 %- Abstufungen der DTV<sup>SV</sup>-Zahlen,
- 10 cm-Abstufungen der Plattenlänge und -breite,
- 4 Sonderlastkonfigurationen,
- 4 abweichenden Radlasten bis hin zu 300 kN sowie
- 3 Reifenkontaktdrücken bis hin zu 4 N/mm<sup>2</sup>

herausgearbeitet.

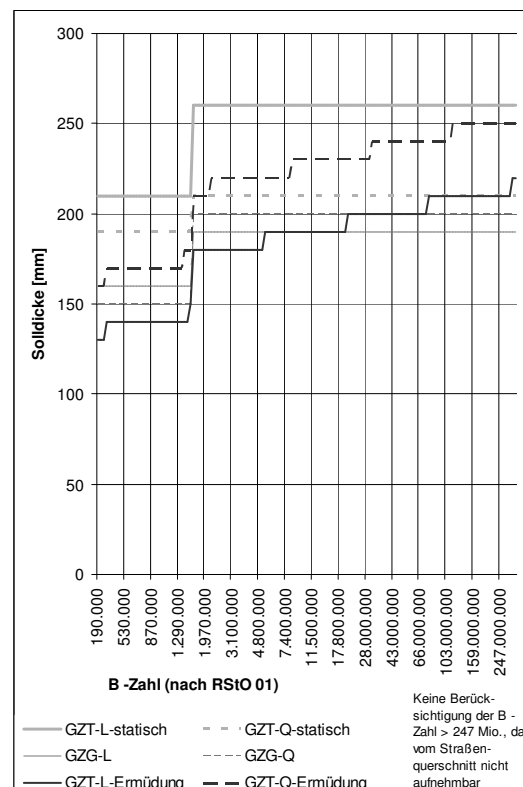
Teilweise erfolgte die Testung und Darstellung für den jeweils maßgebenden Nachweis, teilweise, zur Erkennung des maßgebenden, mit allen 6 zu führenden Nachweisen.

## 3 Untersuchungsergebnisse

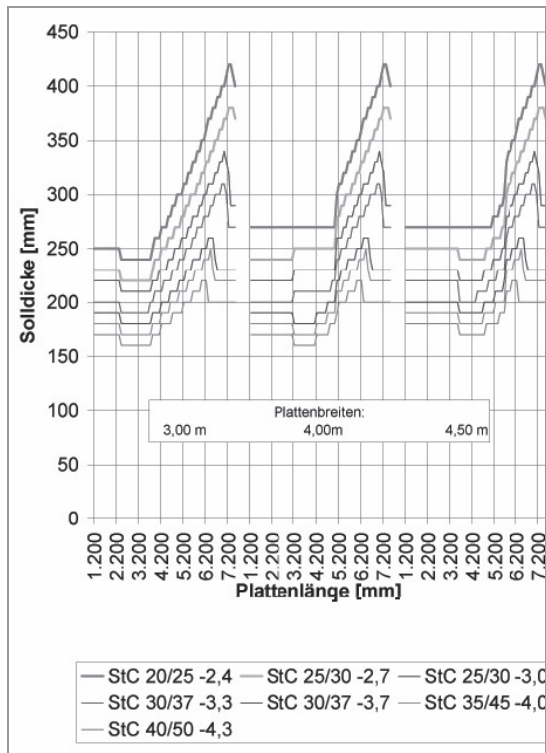
Im Folgenden werden beispielhaft Abhängigkeiten dargestellt:



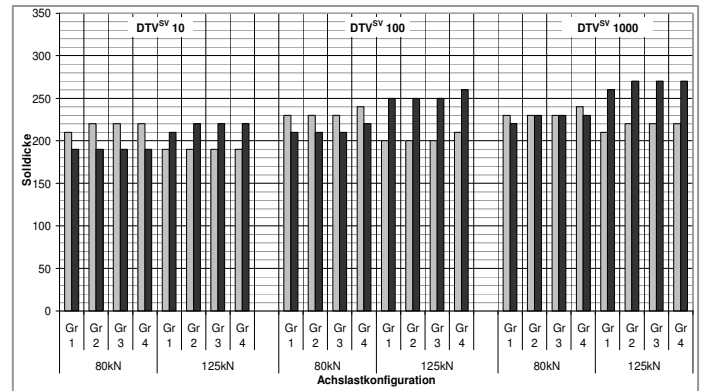
**Bild 4: Entwicklung der Solldicke in Relation zur Geometrie, Vlies auf HGT, B-Zahl: 1,5 Mio., StC: 40/50-4,3 - 10 cm Längenabstufungen**



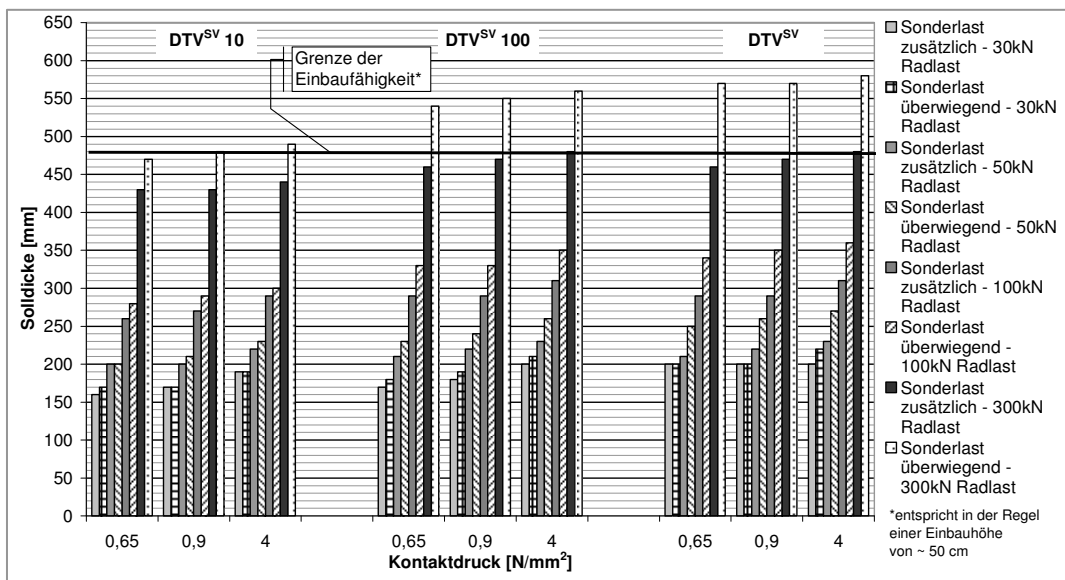
**Bild 5: Entwicklung der Solldicke in Relation zur B-Zahl, Unterlage STSuB;  $L_p=7,5$  m,  $B_p=4,5$  m, StC: 40/50-4,3**



**Bild 6:** Entwicklung der Solldicke in Relation zur Geometrie, Unterlage STSuB, B-Zahl: 1,5 Mio.



**Bild 7:** Abhängigkeit der Solldicke von der Achslastkonfiguration, StC: 40/50-4,3, Vlies auf HGT,  $L_p=5\text{ m} * B_p=3,75\text{ m}$ ; hellgrau: "Sonderlast, zusätzlich" dunkelgrau: "Sonderlast, überwiegend"



**Bild 8:** Abhängigkeit der Solldicke von abweichender Radlast und abweichendem Kontaktdruck, StC: 40/50-4,3 bei 3 DTV<sup>SV</sup>-Zahlen, Grundkonfiguration mit 80 kN Achslast, Vlies auf HGT,  $L_p=5\text{ m} * B_p=3,75\text{ m}$

## 4 Folgerungen für die Praxis

Im Forschungsbericht wird auf der Grundlage von hunderten von Abhängigkeitsdiagrammen eine große Anzahl von Schlussfolgerungen bezüglich der Einflüsse auf die Sollstärke von Betondecken herausgearbeitet. Beispielfolgerungen zeigen die Bilder 4 bis 8 die Abhängigkeit der Sollstärke von:

- der Plattenlänge und -breite bei den quasistatischen und Ermüdungsnachweisen an Längs- und Quertugen (Bild 4),
- der Zahl der äquivalenten Lastübergänge  $B$  bei den Ermüdungsnachweisen gegenüber quasistatischen Nachweisen an Längs- und Quertugen (Bild 5),
- der Straßenbetonklasse (charakteristische Spaltzugfestigkeit) bei unterschiedlicher Plattengeometrie (Bild 6),
- im Sonderfall auftretenden Radlasten zwischen 30 und 300 kN mit zugeordneten differenzierten Reifenkontaktdrücken zwischen 0,65 und 4,0 N/mm<sup>2</sup> (Bild 7) und von
- einer der Achskonfigurationen und zugehörigen Achslasten, wie sie im Bericht dargestellt sind (Bild 8).

Es zeigt sich am Gesamtkomplex der durchgeführten Untersuchungen, dass bis in die praxisnah definierten Grenzbereiche der Belastung, der Geometrie, der Betonspaltzugfestigkeit, der Unterlage und der Ausführbarkeit die Dimensionierungsergebnisse logisch und plausibel sind.

Eine Wahl der Deckendicke ohne Berücksichtigung insbesondere der genannten Einflussgrößen im Regelfall der Belastung und weiterer bei Sonderbeanspruchungsflächen birgt demnach große Unsicherheiten in sich und kann zu kostspieligen Überbemessungen und Unterbemessungen führen.

## Literatur

- Eisenmann, J.; Leykauf, G. (2003): Betonfahrbahnen. Handbuch für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau. 2. Auflage, Berlin.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2001): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, RSTO 01, Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2001a): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton, ZTV Beton-StB 01, Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2006), Bearbeitergruppe Beton im AK 4.8.6: Arbeitsanleitung zur Bestimmung der charakteristischen Spaltzugfestigkeit an Zylinderscheiben als Eingangsgröße in die Bemessung von Betondecken für Straßenverkehrsflächen, AL-Sp-Beton, Köln.
- Pfeifer, L. (2004): Dimensionierungsprogramm AWDSTAKO – Version 1.2.
- Pfeifer (2002): Fachtechnisches Handbuch für Betondecken für Straßenverkehrsflächen. Lastannahmen, Berechnung, Nachweisführung.
- Pfeifer, L. (2002a): Bemessungsverfahren für Betonoberbau, FA 8.160.
- Pickett, G.; Ray, G. K. (1951): Influence charts for concrete pavements, in: American Society of Civil Engineers Transactions, 116 (1951), Heft 2425, S. 49-73.