

Marc Zintel

Beanspruchung von Betonfahrbahndecken aus lastunabhängigen Einwirkungen (Literaturstudie)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2007 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783842813311

**Beanspruchung von Betonfahrbahndecken aus lastun-
abhängigen Einwirkungen (Literaturstudie)**

Marc Zintel

Beanspruchung von Betonfahrbahndecken aus lastunabhängigen Einwirkungen (Literaturstudie)

Marc Zintel

**Beanspruchung von Betonfahrbahndecken aus lastunabhängigen Einwirkungen
(Literaturstudie)**

ISBN: 978-3-8428-1331-1

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2011

Zugl. Technische Universität München, München, Deutschland, Diplomarbeit, 2007

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica.de>, Hamburg 2011

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	AUSGANGSSITUATION	1
1.2	AUFGABENSTELLUNG UND ZIEL DER ARBEIT	2
2	FAHRBAHNDECKEN AUS BETON	3
2.1	ENTWICKLUNG DES BETONSTRABENBAUS.....	3
2.2	AUFBAU EINER BETONSTRABE.....	5
2.3	KONSTRUKTIVE DURCHBILDUNG.....	7
2.3.1	Fugen.....	7
2.3.2	Dübel und Anker	7
2.4	BETONZUSAMMENSETZUNG	8
2.4.1	Allgemeines	8
2.4.2	Zement.....	9
2.4.3	Gesteinskörnung	10
2.4.4	Betonzusatzmittel	10
2.4.5	Betonzusatzstoffe.....	11
2.5	HERSTELLUNG	11
2.5.1	Allgemeines	11
2.5.2	Betontransport	12
2.5.3	Einbau.....	12
2.5.4	Oberflächenstrukturierung – Textur	13
2.5.5	Nachbehandlung	13
2.5.6	Fugenherstellung	13
3	FRISCHBETONEIGENSCHAFTEN	14
3.1	HYDRATATION	14
3.1.1	Allgemein	14
3.1.2	Hydratationsverlauf	14
3.1.3	Hydratationswärme.....	16
3.1.4	Hydratationsgrad und Reifefunktion	16
3.2	GEFÜGE DES BETONS	17
3.2.1	Zementgel.....	17
3.2.2	Porenraum und Porenwasser.....	18

4	FESTBETONEIGENSCHAFTEN	19
4.1	ENTWICKLUNG DER MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN.....	19
4.2	VERFORMUNGSBEHINDERUNG	20
4.2.1	Allgemeines	20
4.2.2	Innere Verformungsbehinderung.....	20
4.2.3	Äußere Verformungsbehinderung	21
4.3	THERMISCHES VERHALTEN.....	21
4.3.1	Allgemeines	21
4.3.2	Thermische Eigenschaften des Betons	22
4.3.2.1	Wärmedehnung	22
4.3.2.2	Wärmeleitung.....	22
4.3.2.3	Wärmespeicherung.....	22
4.3.2.4	Wärmeaustausch	22
4.4	HYGRISCHES VERHALTEN	23
4.4.1	Feuchtetransport	23
4.4.2	Schwinden und Quellen.....	23
4.5	KRIECHEN UND RELAXATION.....	25
4.5.1	Allgemeines	25
4.5.2	Kriechen	25
4.5.3	Relaxation.....	26
4.6	VERFORMUNGEN UND SPANNUNGSENTWICKLUNG.....	26
4.6.1	Thermische und hygrische Spannungsentwicklung.....	26
4.6.1.1	Zentrische Zwangsspannung.....	27
4.6.1.2	Zwang und Eigenspannung	32
4.6.2	Verformungen und Spannungen von Betonfahrbahndecken	33
4.6.2.1	Allgemeines	33
4.6.2.2	Nullspannungstemperaturgradienten	33
4.6.2.3	Temperaturgradienten und Wölbspannungen	34
4.6.2.4	Feuchtegradienten.....	36
5	PARAMETERSTUDIE ZU VERFORMUNGS- UND SPANNUNGSZUSTÄNDEN IN BETONFAHRBAHNDECKEN.....	37
5.1	ALLGEMEINES	37
5.2	EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DIE SPANNUNGEN IM BAUTEIL.....	37
5.2.1	Allgemeines	37
5.2.2	Haupteinflüsse aus der Betonzusammensetzung	38
5.2.2.1	Zement.....	38
5.2.2.2	Gesteinskörnung.....	40
5.2.3	Klimatische Einflüsse auf die Temperatur im Bauteil	41

5.2.3.1	Sonneneinstrahlung.....	41
5.2.3.2	Lufttemperatur	42
5.2.3.3	Luftfeuchte.....	43
5.2.3.4	Wind.....	45
5.2.3.5	Niederschlag	45
5.2.4	Einfluss der Nachbehandlung.....	46
5.2.5	Einflüsse aus Bauteilform, -aufbau und -lagerung	48
5.2.5.1	Sonderbauweisen.....	50
5.2.5.2	Bauteildicke.....	52
5.2.5.3	Lagerungsbedingungen.....	52
5.3	EINFLUSS DER FEUCHTE AUF DIE SPANNUNGEN IM BAUTEIL	54
5.3.1	Allgemeines	54
5.3.2	Haupteinflüsse aus der Betonzusammensetzung	58
5.3.2.1	Zement.....	58
5.3.2.2	Gesteinskörnung.....	59
5.3.3	Klimatische Einflüsse auf die Feuchte im Bauteil.....	61
5.3.4	Einfluss der Nachbehandlung.....	64
5.3.5	Einflüsse aus Bauteilform, -aufbau und -lagerung	66
5.3.5.1	Sonderbauweisen.....	66
5.3.5.2	Bauteildicke.....	68
5.3.5.3	Lagerungsbedingungen.....	69
5.4	ALKALI-KIESELSÄURE-REAKTION (AKR)	71
5.4.1	Allgemeines	71
5.4.2	Ursache und Wirkung der AKR	71
5.4.3	Einflussgrößen auf die AKR.....	75
5.4.3.1	Allgemeines	75
5.4.3.2	Zement.....	75
5.4.3.3	Besonderheiten von Gesteinskörnung, Zusatzstoffen und Zusatzmitteln	76
5.4.3.4	Klimatische Umgebungsbedingungen	77
5.4.3.5	Externe Alkalizufuhr.....	77
5.4.3.6	Lagerungsbedingungen.....	78
5.4.3.7	Fazit	79
5.5	VERKEHRSLAST	79
6	ZUSAMMENWIRKUNG DER EINFLUSSPARAMETER HINSICHTLICH KRITISCHER VERFORMUNGS- BZW. SPANNUNGSZUSTÄNDE.....	80
6.1	ALLGEMEINES	80
6.2	KRITISCHE KOMBINATIONEN VON TEMPERATUR UND FEUCHTE	82
6.2.1	Allgemeines.....	82
6.2.2	Die ersten 24 Stunden (Anmachen und Erstarren)	82
6.2.3	Die Phase der Erhärtung.....	86

6.2.4	Zusammenfassung	87
6.3	THERMISCHE UND HYGRISCHE VORBELASTUNG DES BETONGEFÜGES UND DEREN AUSWIRKUNG AUF EINE MÖGLICHE AKR	88
7	LABORUMSETZUNG ZUR UNTERSUCHUNG DES ZUSAMMENWIRKENS VON THERMISCHEN UND HYGRISCHEN VORBELASTUNGEN AUF DIE AKR	92
7.1	ZIEL	92
7.2	VORÜBERLEGUNGEN	92
7.3	KLIMATISCHE VERSUCHSBEDINGUNGEN	93
7.4	VERSUCHSAUFBAU	95
7.5	VERSUCHSABLAUFPLAN	97
8	ZUSAMMENFASSUNG	100
9	LITERATURVERZEICHNIS	102

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Beton ist ein geeigneter Baustoff im Straßenoberbau, wenn Fahrbahndecken dauerhaft höchsten Verkehrslasten widerstehen sollen und lange Nutzungsdauern gefordert werden. Fahrbahndecken aus Beton werden durch Verkehrslasten, Temperatur- und Feuchteänderungen beansprucht.

Sich einstellende Verformungen und Spannungen in einer Betonstraßendecke hängen im Wesentlichen von den mechanischen und betontechnologischen Kenngrößen, sowie den Randbedingungen aus Aufbau und Lagerung ab.

In Fahrbahndecken aus Beton, sind in den vergangenen Jahren vereinzelt Schäden festgestellt worden. Unabhängig von der Standzeit, bildeten sich zunehmend Oberflächenrisse (bevorzugt Längsrisse, vereinzelt Querrisse) [59]. Eine eindeutige Ursache konnte hierfür noch nicht gefunden werden. An Dünnschliffproben wurden raster-elektronenmikroskopische Untersuchungen durchgeführt, die teilweise Reaktionsprodukte einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) aufdeckten [46, 59]. Bei der AKR reagieren die Alkalien aus der Porenlösung mit alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen. Sie stellt eine Volumenexpansionsreaktion dar, die rissauslösende Spannungen im Gesteinskorn, sowie in der Zementsteinmatrix verursachen kann [7, 32, 35, 63].

Ob eine AKR als Hauptursache für die aufgetretenen Schäden anzusehen ist, oder sie nur einen Beitrag zur Rissbildung liefert, ist noch nicht abschließend geklärt. Der Einfluss einer Vorbelastung des Betongefüges auf die AKR wurde bislang noch nicht berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass die aufgetretenen Risse nicht allein durch eine AKR ausgelöst wurden, sondern Kombinationen und Interaktionen verschiedener lastabhängiger (Verkehrslasten), wie auch lastunabhängiger Mechanismen dafür verantwortlich sind.

Die von verschiedenen geometrischen Randbedingungen beeinflussten Einwirkungen und die sich daraus ergebenden Verformungen bzw. Spannungen einer Fahrbahnplatte sind in Abbildung 1 vereinfacht dargestellt. In dieser Abbildung ist der Längsschnitt einer, auf einer hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) liegende, durch Fugen getrennte, zweischichtig ausgeführte Fahrbahnplatte abgebildet. Alle aufgezeigten Einflussgrößen sind in den Kontext einer Vorbelastung bezüglich einer möglichen AKR zu stellen.

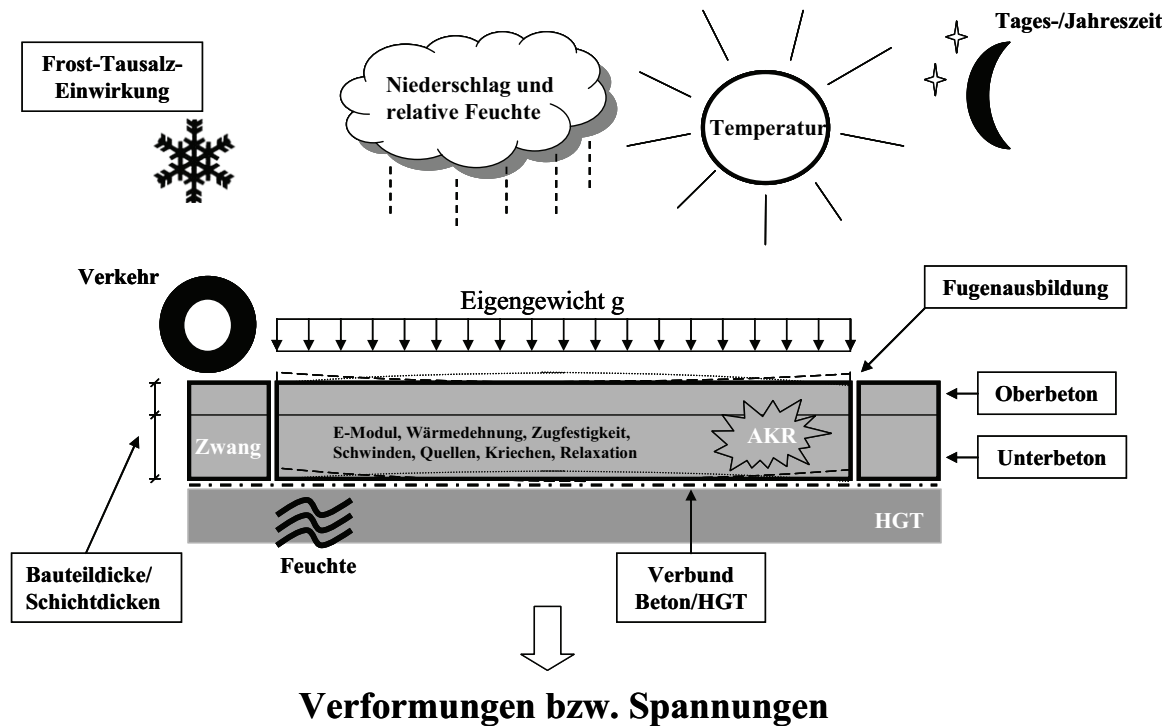


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Einwirkungen und Verformungen einer Betonfahrbahnplatte (in Anlehnung an [29])

1.2 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit sollen anhand einer umfangreichen Literaturstudie bereits vorhandene Erkenntnisse über lastunabhängige Parameter, die zu Verformungs- und Spannungszuständen in Fahrbahndecken aus Beton beitragen, zusammengestellt und hinsichtlich ihres Zusammenwirkens bewertet werden. Dabei ist zu klären, inwieweit thermische und hygrische Beanspruchungen eine AKR begünstigen und beeinflussen. Die Diplomarbeit soll neben der Auswertung der vorhandenen Literatur, auch einen Vorschlag beinhalten, wie die aus der Literaturstudie gewonnenen Erkenntnisse anhand von Versuchen im Labor untersucht werden können.