

Zusammenhang von Rissbreiten und Rissflankenbruchneigung bei Industriefußböden

Jürgen Schnell (Projektleiter), Sebastian Oster

Industriefußböden aus Stahlbeton finden sich in vielfältiger Form in modernen Industriebauwerken und stellen dabei ein zentrales Bauteil dar. Sie müssen die unterschiedlichsten Anforderungen erfüllen. Dabei sind die Beschaffenheit und Güte der Oberfläche von zentraler Bedeutung. Nicht selten treten Risse auf. Flurförderzeuge (z.B. Gabelstapler oder Palettenhubwagen) stellen erhebliche mechanische Beanspruchungen für Industrieböden dar. Im Falle von Flankenabbrüchen an Rissen werden von Betreibern neben dem optischen Mangel eine progressive Schadensentwicklung sowie die Funktionalität einschränkende Verunreinigungen geltend gemacht.

Die Schäden geben Anlass zur Diskussion darüber, inwieweit eine unzureichende Rissbreitenbeschränkung in der Tragwerksplanung schadensursächlich ist. In der einschlägigen Fachliteratur [1-6] finden sich stellenweise Hinweise und Empfehlungen zu ungünstigst anzustrebenden Rissbreiten, die jedoch uneinheitlich und nicht belastbar sind.

An der TU Kaiserslautern wurde in einem vom Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. geförderten Forschungsvorhaben der Zusammenhang von Rissbreite und Flankenbruchneigung bei monolithischen Stahlbetonindustriefußböden für unterschiedliche Betonfestigkeiten untersucht. Dazu galt es, zunächst einen geeigneten Versuchsstand und entsprechenden Probekörper zu konzipieren, der eine wirklichkeitsnahe Befahrung von Rissen mit Flurfördergeräten simuliert.

Im Hinblick auf die mechanische Beanspruchung von Industrieböden spielt neben der Überfahrungsintensität auch die von den Rädern ausgeübte Kontaktpressung eine entscheidende Rolle. Diese hängt im Wesentlichen vom Reifen- bzw. Rollenmaterial und der Reifen- bzw. Rollenform ab. Bei dem Forschungsvorhaben wurden daher zunächst drei unterschiedliche Radtypen eingesetzt (Polyamid-Schwerlastrollen mit einer Nutzlast von 800 kg, Gabelstaplerräder in Vollgummiausführung sowie als Luftreifen, Nutzlast jeweils 2700 – 1800 kg). Die untersuchten Rissbreiten waren $w_1 = 0,1$ mm, $w_2 = 0,25$ mm und $w_3 = 0,4$ mm. Im Rahmen der ersten Versuchsreihe wurden zwei unterschiedliche Betonfestigkeiten betrachtet. Zum einen ein Beton mittlerer Druckfestigkeit C25/30 und zum anderen ein höherfester Beton C50/60.

Die Risse wurden durch Keilung an vorgeschwächten Querschnitten im scheibenförmigen Probekörper mit einer Dicke von 20 cm und einem Durchmesser von 1,50 m (Fahrspurdurchmesser 1,00 m) erzeugt. Die Messung der Rissbreite erfolgte zum einen mit Hilfe analoger Rissuhren und zum anderen mit Setzdehnmessungen in regelmäßigen Abständen über die Versuchsdauer. Die Risse bzw. Schadensbilder wurden nach einer bestimmten Anzahl von Überfahrungen, in definierten Abständen (0-1-10-100-200-500-1.500-2.000-3.000...) mit einer fest installierten Kamera fotografisch erfasst. Bei der Wahl der Radlast wurde der Ansatz verfolgt, diese auf Gebrauchslastniveau zu beschränken. Das Gebrauchslastniveau wurde bei den Polyamid-Schwerlastrollen auf 4 kN und bei den Gabelstaplerrädern auf jeweils 18 kN festgelegt.

In den Versuchen konnte das im DBV-Merkblatt und einschlägiger Fachliteratur beschriebene große Schadenspotenzial von Polyamidrädern bestätigt werden. Nach ca. 10 bis 500 Überfahrungen kam es zu ersten Abbrüchen an den Rissflanken. Im weiteren Verlauf

der Versuche kam es dann insbesondere beim Beton C25/30, ausgehend von den Rissen oder Fehlstellen auf der Betonoberfläche, zu starken Abnutzungserscheinungen.

Es hat sich weiterhin gezeigt, dass auch Luftreifen und Vollgummireifen Rissflankenabbrüche verursachen können, wenn auch die Schäden bei kleineren Rissbreiten weniger gravierend waren. Dabei waren keine Unterschiede in den Schadensbildern zwischen Luftreifen und Vollgummireifen zu beobachten. Eine wichtige Erkenntnis der Versuche mit den Gabelstaplerreifen ist die, dass die Ursache von Rissflankenabbrüchen dabei weniger zu hohe Kontaktpressungen sind sondern in erster Linie Schubbeanspruchungen aus Lenk-, Brems- oder Anfahrvorgängen.

Bei einer Befahrung mit Polyamidrädern traten bei beiden Betonfestigkeiten und an allen Rissen Abbrüche auf. Bei einer Befahrung mit Gabelstaplerrädern traten beim C50/60 ebenfalls an allen Rissen Abbrüche auf. Beim Beton C25/30 traten jedoch am 0,1 mm - Riss sowohl bei den Gabelstaplerreifen in Luft- als auch in Vollgummiausführung keine Abbrüche auf. Hohe Betonfestigkeiten wirken sich demnach nicht unbedingt positiv auf den Widerstand gegen Rissflankenabbrüche aus. Rissflankenabbrüche traten grundsätzlich auch bei kleineren Rissbreiten auf, wenn auch mit weniger gravierenden Ausmaßen.

Die ungünstigst anzustrebende Rissbreite bzw. eine Forderung nach zusätzlichen Maßnahmen wie z.B. einer Oberflächenvergütung sollte daher mit den an den jeweiligen Industrieböden gestellten Anforderungen hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit verknüpft werden. Das entscheidende Kriterium bei der Beurteilung der Schadwirkung im Zusammenhang mit einer Befahrung von Industrieböden ist nicht das Flurförderzeug oder dessen zulässige Gesamtlast sondern die Bereifung. Dabei erweist sich eine Kategorisierung von Reifen in Anlehnung an Tabelle 1 des DBV-Merblattes [1] als zweckmäßig.

Wie sich bei den Versuchen gezeigt hat, steht die Rissflankenbruchproblematik in enger Verbindung mit den Verschleißeigenschaften eines Industriebodens und sollte zweckmäßigerweise gemeinsam betrachtet werden. Eine konkrete Aussage über die Zusammenhänge zwischen Rissbreiten und Rissflankenbruchneigung in Abhängigkeit von der Betonfestigkeitsklasse lässt die geringe Anzahl an Versuchen nicht zu. Diesbezüglich sind weitergehende Untersuchungen unterschiedlicher Betongüten in Kombination mit verschiedenen Belastungsarten, Rissbreiten sowie Oberflächenbehandlungen erforderlich.

Quellen:

- [1] DBV-Merkblatt Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen, Fassung November 2004. Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2005
- [2] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2006
- [3] Stenzel, G.: Beton-Bodenplatten für Hallen- und Freiflächen. In: Beton- und Stahlbetonbau 100 (2005). Heft 4, S. 277-288
- [4] Stenzel, G.: Industriefußböden. Beitrag im Betonkalender 2006, Teil 2. S. 263. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co. KG, Berlin 2006
- [5] Schöppel, K.: Planung von nichttragenden Bodenplatten. In: Beton- und Stahlbetonbau 102 (2007). Heft 10, S. 716-724

- [6] Breitenbücher, R.: potenzielle Ursachen von Mängeln in Industrieböden aus Beton und deren Bewertung, Beitrag auf dem 4. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung, Universität Karlsruhe 15. März 2007