

**AUTHOR****Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen;** Technische Universität München

gehlen@tum.de

Bis 2000 Studium des „Bauingenieur- und Vermessungswesens“ und Promotion an der RWTH Aachen; seit 2008 Lehrstuhlinhaber für „Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung im Bauwesen“ an der Technischen Universität München (TUM) und Leitung des cbm (Centrum Baustoffe und Materialprüfung); Gesellschafter eines international tätigen Ingenieurbüros; Forschungsmittelpunkt: Arbeiten zur Lebensdauer von mineralischen und metallischen Baustoffen

Low-noise open-structured concrete block pavement – A joint research project at Munich Technical University

Lärmarmes Betonsteinpflaster mit offenporigem Betongefüge – Ein Verbund-Forschungsprojekt an der TU München

Great population density means that traffic volume in metropolitan areas is as a rule very high. This leads to high traffic-induced noise exposure, which can have a negative effect on the health and well-being of the people who live in such areas. To counter such noise exposure, noise reduction measures must be increasingly implemented in inner-city regions. One effective means toward this objective is to reduce the noise where it originates.

Inner-city areas are frequently paved with concrete blocks, since they enable easy and fast construction processes, and since the results are of high aesthetic value. Optimization of concrete pavement presents a challenge in work toward reduction of traffic-induced noise pollution that should be as effective as possible.

At the Center for Building Materials (cbm) at Munich Technical University, the achievement of such noise abatement with porous concrete block pavement is currently under investigation within the scope of a joint research project. The open-pored structure to be optimized in terms of noise reduction should absorb the sound generated by tyre/road contact and by other sources in the vehicle. In order that the strength and durability of the concrete paving blocks with a relatively high porosity satisfy the demanding requirements placed, the binder matrix that joins the individual particles is of special significance: i.e., the matrix must be optimized in respect of the above-mentioned requirements.

The first step of the project involved a search for a structure optimized with regard to the degree of noise absorption. To theoretically approach this task as precisely as possible on the basis of technical models, investigations began with mixtures of glass beads. In this way it was possible to eliminate the effect of particle shape on the physical and acoustic properties of the concrete structure. The porosity was determined experimentally and mathematically with the aid of packing density models. The glass beads investigated had diameters from 2 mm to 8 mm. The mixes were then examined for their acoustic properties in a standing wave tube. These acoustic properties were then analyzed for their porosity and pore size distribution. In the course of these investigations it became evident that the acoustic properties of the mixes

Aufgrund von hohen Siedlungsdichten ist das Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen in der Regel sehr hoch. Dies führt zu einer starken verkehrsinduzierten Lärmbelastung, welche sich negativ auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der dort lebenden Menschen auswirken kann. Um der Lärmbelastung entgegenzuwirken, müssen in innerstädtischen Bereichen zunehmend Schallschutzmaßnahmen durchgeführt werden. Eine zielführende Maßnahme ist, den Lärm am Ort seiner Entstehung zu mindern.

In innerstädtischen Bereichen werden Fahrbahnbeläge oft aus Betonsteinpflastern gebaut, da sie einfache und schnelle Bauvorgänge ermöglichen und ästhetisch einen hohen Wert bieten. Die Optimierung von Betonsteinpflaster in Richtung einer möglichst effektiven Minderung der verkehrsinduzierten Lärmbelastung stellt eine Herausforderung dar.

Am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der TU München wird im Rahmen eines Verbund-Forschungsprojektes das Ziel verfolgt, diese Lärminderung durch ein offenporiges Betongefüge im Pflasterstein zu erreichen. Das hinsichtlich Lärminderung zu optimierende offene Gefüge soll den Schall aus dem Reifen-Fahrbahn-Kontakt sowie aus anderen Quellen des Fahrzeuges absorbieren. Damit auch die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Betonpflastersteine mit vergleichsweise hohen Hohlraumgehalten hohen Ansprüchen genügt, kommt der Bindemittelmatrix, die die einzelnen Körner miteinander verkittet, eine besondere Bedeutung zu, das heißt die Bindemittelmatrix muss hinsichtlich oben genannter Anforderungen optimiert werden.

In einem ersten Schritt wurde zunächst ein hinsichtlich Lärmabsorptionsgrad optimales Gefüge gesucht. Um sich dieser Aufgabenstellung theoretisch und damit modellierungstechnisch exakt nähern zu können, wurden die Untersuchungen mit Gemischen aus Glaskugeln gestartet. Dadurch konnte der Einfluss der Kornform auf die physikalischen und akustischen Eigenschaften des Betongefüges ausgeschlossen werden. Hohlraumgehalte verschiedener Gemische wurden experimentell und rechnerisch mit Hilfe von Packungsdichtemodellen bestimmt. Die untersuchten Glaskugeln der Gemische hatten Durchmesser von 2 mm bis 8 mm. Im Anschluss wurden diese Gemische im Impedanzrohr auf ihre akustischen Eigenschaften untersucht. Diese akustischen Eigenschaften wurden in Bezug zum Hohlraumgehalt und der Porengrößenverteilung analysiert. Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, dass die akustischen Eigenschaften der Gemische stark von der Feinheit der Poren abhängen (die sich jeweils durch die Variation der Kugeldurchmesser

AUTHOR

Civil Eng. Francisco Durán; Technische Universität München

francisco.duran@tum.de

Studium des Bauingenieurwesens an der Universidad de La Serena in La Serena, Chile; 2006 innerhalb eines Stipendiums des DAAD Fortsetzung der Studien an der Ruhr Universität Bochum; 2009 bis 2011 Trainee und Projektsachbearbeiter bei der RAG Deutsche Steinkohle in Herne, anschließend als Projektingenieur bei Fluor S.A. in Santiago de Chile; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Betontechnologie“ am Centrum für Baustoffe und Materialprüfung der TUM



AUTHOR

Dr.-Ing. Dirk Lowke; Technische Universität München

lowke@tum.de

Studium des Bauingenieurwesens an der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus; 2001 bis 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der Technischen Universität München; seit 2006 Leiter der Arbeitsgruppe Betontechnologie am cbm; Forschungsschwerpunkte: Optimierung der Verarbeitungseigenschaften, die Rheologie und das Mischen von Beton sowie die Dauerhaftigkeit und die zeitabhängigen Verformungseigenschaften selbstverdichtender Betone



depended to large measure on the fineness of the pores (which in turn resulted from the variation of the bead diameters). The degree of sound absorption rose with increasing fineness of the pores.

Subsequently, experimental and theoretical measures were employed to determine the porosity of three groups of particle sizes and of mixes of these particle sizes, as typically used aggregate for block pavement. It was found that the degree of sound absorption likewise increases with increasing porosity of the mixes. Accordingly, the porosity of low-noise concrete pavers should be as high as possible, ideally distributed over many fine pores.

To confirm the results of the investigations on the glass beads and aggregate mixes, appropriate concrete specimens were manufactured. Variations of the binder matrices were investigated to ensure sufficient strength and durability. The objectives were attained through selective use of admixtures. To test the beneficial properties of these paving blocks under realistic conditions as well, an experimental pavement will be constructed to assess the degree of sound absorption and pavement durability.

ergaben). Mit zunehmender Feinheit der Poren nahm auch der Schallabsorptionsgrad zu.

Anschließend wurde der Hohlraumgehalt von drei in Betonpflastersteine üblichen Korngruppen und Gemischen dieser Korngruppen sowohl experimentell als auch theoretisch ermittelt. Hier wurde festgestellt, dass mit zunehmendem Hohlraumgehalt der Mischung der Schallabsorptionsgrad zunimmt. Das heißt lärmindernde Betonsteinpflaster sollten einen möglichst hohen Hohlraumgehalt aufweisen, der sich idealerweise auf viele feine Poren(räume) verteilt.

Um die Ergebnisse der Untersuchungen an den Glaskugel- und den Gesteinskörnungsgemischen auch an Betonen bestätigen zu können, wurden entsprechende Musterbetone hergestellt. Zur Sicherstellung ausreichender Festigkeit und Dauerhaftigkeit wurden Untersuchungen unter Variation der Bindemittelmatrix durchgeführt. Durch gezielten Einsatz von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen konnten die gesteckten Ziele erreicht werden.

Um die guten Eigenschaften dieser Pflastersteine auch im Praxisbetrieb testen zu können, soll eine Teststrecke entstehen, die mit Blick auf Lärmabsorption und Dauerhaftigkeit bewertet werden kann.

sensortechnik
WERNE & THIEL

High-Tech Messsysteme vom Pionier der Feuchtemessung - Made in Germany

Nicht veraltet - sondern bewährt

... dank stetiger marktorientierter Weiterentwicklung
... weltweit über 50.000 Sonden im Einsatz