

Verbundprojekt Leiser Straßenverkehr 3

Straßenverkehr stellt in Deutschland die stärkste Quelle für Lärmbelastungen dar. In 2014 wurde durch den Forschungsverbund Leiser Verkehr ein Bericht zur Situation der Lärmwirkungsforschung in Deutschland veröffentlicht, der den aktuellen Wissensstand zum Einfluss des Verkehrslärms auf die Lebensqualität und die Gesundheit der Bevölkerung dokumentiert. Verschiedene Studien belegen, dass Dauerbelastungen über 65 dB(A) die Betroffenen stark beeinträchtigen. So mindern die hohen Lärmbelastungen nicht nur die Lebensqualität, sondern sie können auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlafstörungen, kognitive Leistungseinschränkungen und Tinnitus verursachen. Gerade wegen des stetig wachsenden Verkehrsaufkommens sind deshalb Strategien zu entwickeln, die die Bevölkerung noch wirksamer vor Straßenverkehrslärm schützen.

Aus dem Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung wurden seit 2001 die Verbundprojekte *Leiser Straßenverkehr* gefördert. In 2014 wurde das dritte und letzte Verbundprojekt erfolgreich abgeschlossen.

Das Verbundprojekt *Leiser Straßenverkehr 3 (LeiStra3)* hatte sich als zentrales Ziel gesetzt, Maßnahmen zur Minderung des Straßenverkehrslärms in Ballungsräumen zu entwickeln, die dort aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte besonders wirkungsvoll sind. Es wurden verschiedene Forschungsansätze verfolgt, die die Geräuschemission an der Lärmquelle nachhaltig reduzieren. Da die Geräuschemission des fließenden Verkehrs maßgeblich durch Wechselwirkungen an der Kontaktstelle von rollendem Reifen und Fahrbahn bestimmt wird, standen die Reifen-Fahrbahn-Geräusche im Fokus der Untersuchungen.

Ein Schlüsselement in *LeiStra3* war die Erweiterung des Simulationsmodells SPERoN zur quantitativen Analyse und Vorhersage der Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Systematische Analysen von experimentell aufgenommenen Geräuschkennlinien mit dem Modell zeigten in *LeiStra3*, dass neben der Anregung von Reifenschwingungen aerodynamische Effekte im Reifen-Fahrbahn-Kontakt maßgeblich an der Geräuschemission beteiligt sein müssen. Um diese aerodynamischen Effekte eingehend charakterisieren und kritische Größen identifizieren zu können, mussten auf einem angemieteten Testgelände Modelloberflächen mit speziellen Texturmustern hergestellt werden, die die Entstehungsmechanismen des Rollgeräusches weitgehend getrennt und unabhängig voneinander anregen. Diese Projektstudien bildeten die Grundlage für die Entwicklung eines tragfähigen physikalischen Modells zur Beschreibung der aerodynamischen Effekte.

Im Ergebnis von *LeiStra3* lassen sich mit SPERoN 2020 nun reale Fahrbahnoberflächen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Reifen-Fahrbahn-Geräusche quantitativ analysieren und Designs für neuartige geräuschkindernde Fahrbahnbeläge zuverlässig synthetisieren. Darüber hinaus stellt das Modell ein leistungsfähiges Modul zur Reifenoptimierung zur Verfügung, mit dem der Einfluss der Profilierung und des Reifenaufbaus auf die Schallabstrahlung und den Rollwiderstand untersucht werden kann. Im Fokus stand dabei die Auswahl und Anwendung geeigneter numerischer Verfahren zur Verkürzung der Rechenzeiten, um ein praxistaugliches Optimierungstool bereit zu stellen. Dies ermöglicht eine effiziente Bestimmung von Schallabstrahlung und Rollwiderstand ohne aufwendigen Prototypenbau.

Im Regionalverkehr treten vielfach Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge auf, zudem werden häufig enge Kurven durchfahren. Um die nötige Traktion zu gewährleisten, müssen die Antriebsachsreifen Profile mit einem hohen Anteil an Querrillen aufweisen. Diese Blockprofile neigen zu einer starken Schwingungsanregung auf der Fahrbahn und damit zu einer höheren Geräuschemission. In *LeiStra3* wurden technologische Ansätze erarbeitet, um Rollgeräusche blockprofilierter Lkw-Reifen über die gesetzlichen Grenzwerte hinaus zu reduzieren. Im Straßenversuch hat eine Entwicklungsvariante einen Schalldruckpegel von 74,4 dB(A) erreicht. Gegenüber den aktuellen Produkten wurde damit eine Geräuschreduzierung von etwa 4 bis 5 dB(A) erzielt. Diese Variante wurde etwa ein Jahr nach Projektabschluss auf dem Markt eingeführt.

Darüber hinaus wurden in *LeiStra3* schallabsorbierende Unterbodenverkleidungen realisiert, die das Rollgeräusch effizient absorbieren und damit den Vorbeifahrtpegel um bis zu 3 dB(A) mindern können. Mit Blick auf Elektrofahrzeuge wurden grundlegende Untersuchungen zur Reifen-Fahrbahn-Wechselwirkung unter Antriebsmoment und zur psychoakustischen Charakterisierung durchgeführt.

Einen weiteren Schwerpunkt in *LeiStra3* stellte die Entwicklung leiserer Fahrbahnoberflächen dar. Modellrechnungen belegen, dass die Oberflächengestalt einen starken Einfluss auf die

Schwingungsanregung des Reifens und die aerodynamischen Vorgänge in der Kontaktfläche zwischen Reifen und Fahrbahn hat. Aus akustischer Sicht ist es günstig, wenn alle Profilspitzen auf einer Ebene liegen und sich plateauartige Texturen mit schluchtenförmigen Vertiefungen ausbilden.

Die lärmtechnisch optimierte Asphaltdeckschicht AC D LOA stellte zu Projektbeginn eine neue Entwicklung in der Straßenbautechnik dar und greift diesen Ansatz auf. Die Deckschicht wurde auf Basis einer dichten Asphalzzusammensetzung konzipiert und zeichnet sich durch eine Korngrößenverteilung aus, die auf eine lärmtechnisch wirksame Oberflächentextur abgestimmt ist. Der erste Einbau von AC D LOA erfolgte 2007 in Düsseldorf im Bereich der kommunalen Straßen. In *LeiStra3* wurde daran gearbeitet, die Verdichtungswilligkeit des Asphaltmischgutes zu verbessern. Auf diese Weise lassen sich die Dauerhaftigkeit der Deckschicht und damit ihr lärmtechnischer Nutzen erhöhen. Die Erkenntnisse flossen in die neuen „Empfehlungen für die Planung und Ausführung von lärmtechnisch optimierten Asphaltdeckschichten“ ein, die in 2015 von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen herausgegeben wurden.

Der Gussasphalt mit offenporiger Oberfläche (engl.: Porous Mastic Asphalt, PMA) zeigt ebenfalls lärmindernde Effekte. Im Vergleich zum herkömmlichen Gussasphalt enthält der PMA einen wesentlich höheren Anteil grober Gesteinskörnung. Es entsteht eine Deckschicht, die im unteren Bereich dicht und im oberen Bereich offenporig strukturiert ist. Die akustische Wirksamkeit ergibt sich aus der günstigen Oberflächentextur und einem hohen Hohlraumgehalt. In 2009 wurden erste Erprobungsstrecken gebaut, bei denen Schallpegelmessungen nach der Statistischen Vorbeifahrtmethode eine Lärmreduzierungen von bis zu 3 dB(A) gegenüber dem Referenzwert zeigten. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wurden in *LeiStra3* weiterführende Untersuchungen durchgeführt, um die Ausführungssicherheit des PMA zu erhöhen. Zu diesem Zweck wurde die Mischgutzusammensetzung optimiert und Laborverfahren zur Herstellung von praxisnahen Probekörpern für die Mischgutkonzeption entwickelt. Auf den Bundesautobahnen A 553 bei Brühl, A 3 bei Lohmar und A 5 bei Friedberg konnten Erprobungsstrecken mit verschiedenen PMA-Varianten hergestellt werden. Diese wurden hinsichtlich der Mischgut- und Einbauparameter untersucht.

Außerdem wurde in *LeiStra3* untersucht, inwieweit der Herstellungsprozess von Elektroofenschlacke (EOS) verbessert werden kann, um bestimmte Kornformen und Korngrößen gezielt zu erzeugen und damit einen hochwertigen Ausgangswerkstoff für den Asphaltstraßenbau zu gewinnen. Im ersten Schritt wurden dazu EOS-Körnungen hinsichtlich ihrer bautechnischen Eignung geprüft und darauf aufbauend das Potenzial verschiedener Prozessrouten bewertet. Mit einer ausgewählten EOS-Körnung (EloMinit®) konnten zwei Asphaltdeckschichtvarianten konzipiert und im Mai 2014 auf einem Testfeld eingebaut werden.

Die Nachgiebigkeit bestimmt neben der Oberflächentextur und der Offenporigkeit die akustischen Eigenschaften eines Fahrbahnbelags. Ein Ziel in *LeiStra3* war es, Asphaltkonstruktionen durch die Nutzung der schwingungsdämpfenden Eigenschaften des Straßenoberbaus geräuschkindernd zu gestalten. Dabei wurden verschiedene Ansätze wie die Integration einer elastischen Dämpfungsschicht oder die Konzeption eines Asphaltmischgutes mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften verfolgt.

Im Bereich Betonbauweisen stand die Herstellung einer Betondecke mit offenporiger Oberfläche (COPS) im Vordergrund. Die Grundidee des Systems COPS greift die im Asphaltstraßenbau bereits erfolgreich eingesetzte Mischgutkonzipierung mit hohem Grobkornanteil und einer feinkörnigen standfesten Bindemittel-/Mörtelphase auf. Während des Einbauvorganges sinkt der feinkörnige Mörtel nach unten ab, so dass innerhalb der oberen 10 mm der Deckschicht eine offenporige Oberfläche entsteht. In Laborversuchen wurde die Betonrezeptur so eingestellt, dass ein kontrolliertes Absetzverhalten des Zementleimes erreicht wird. Die Betonrezeptur muss möglichst stabil gegenüber Einflüssen von Witterung und Einbau sein, um die vorteilhaften akustischen Eigenschaften der fertigen Betondeckschicht sicherzustellen.

Im Verbundprojekt *LeiStra3* haben Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft in einer interdisziplinär angelegten Forschungsarbeit gemeinsam Lösungen erarbeitet, mit denen das Lärmreduzierungspotenzial von Reifen, Fahrzeug und Fahrbahn weiter ausgeschöpft werden kann. In allen Arbeitspaketen wurden zahlreiche Ergebnisse und Erkenntnisse gewonnen, die dazu beigetragen haben, die bestehende Technik zu verbessern, die Impulse zur Entwicklung neuer Technologien gesetzt haben und auf deren Basis das Technische Regelwerk fortgeschrieben wurde.