



Abbildung 1:  
Belagsentnahme aus  
der A1-Autobahn nahe  
Lenzburg (CH). Am  
Rand der entstandenen  
Aussparung sind die  
unterschiedlichen  
Asphaltschichten gut  
erkennbar.



Abbildung 2: Links, stationärer Rundlauf der ETH Zürich am Standort Dübendorf; rechts, Grossversuchsanlage der Halle Fosse in Lausanne.

## «Wir behandeln Verkehrsadern»

Damit die heutigen Strassen-netze im Betrieb dauerhaft und wirtschaftlich standhalten, sind deren Belagsaufbau-ten und Materialschichten laufend zu verbessern. An der Abteilung Strassenbau/Ab-dichtungen der Empa testen, forschen und entwickeln Spezialisten und Wissenschaftler den Strassenbelag für morgen. Dieser Bericht gibt Einblick in ihre Arbeitsweise.

Text: Fabio Piemontese, Manfred Partl,  
Martin Arraigada // Fotos, Grafiken: Empa

Das stetig steigende Bedürfnis nach Mobilität von Personen und Gütern beansprucht die Asphaltbeläge der verschiedenen Strassennetze rund um die Welt mit immer höheren Verkehrslasten und Verkehrsfrequenzen. Damit die stark geforderten Strassennetze unserer Zeit nicht kollabieren und der komplexe Verkehrsorganismus gesund bleibt, sind leistungsfähigere Verkehrsadern gefragt. Diese Herausforderung hat sich die Abteilung Strassenbau/Abdichtungen der Empa zur Berufung gemacht. Dank modernster Prüfmittel stellt sich ein Kreis von interdisziplinären Spezialisten und Wissenschaftlern den komplexen baustofftechnischen Aufgaben im Bereich Strassenbau, Fugenabdichtungen und Dichtungsbahnen. Im Vordergrund stehen Sicherheit, Dauerhaftigkeit, Qualität, Recycling und Optimierung bitumenhaltiger Baustoffe.

### Die Labor-Praxis-Kontroverse

Ein Strassenbelag vermag auf den ersten Blick relativ einfach wirken, doch im unscheinbaren grauen Asphalt steckt mehr drin, als man denkt. Es handelt sich um einen komplexen Verbundwerkstoff aus Bitumen, Mineralstoffen (Gesteinskörnungen) und Bindemittel, der zeit- und temperaturabhängige viskoelastische Eigenschaften aufweist. Ein klassischer Strassenbelag besteht aus mehreren unterschiedlich zusammengesetzten Asphaltschichten (vgl. Abbildung 1). Will man einen neuen Belag mit verbesserten Eigenschaften entwickeln, muss sichergestellt werden, dass dieser im Strassenverkehr auch den erhofften Mehrwert erzielt. Aufgrund der komplexen Struktur von Belägen ist dieses Unterfangen jedoch keine leichte Aufgabe. Labor und In-situ-Tests geben zwar nütz-

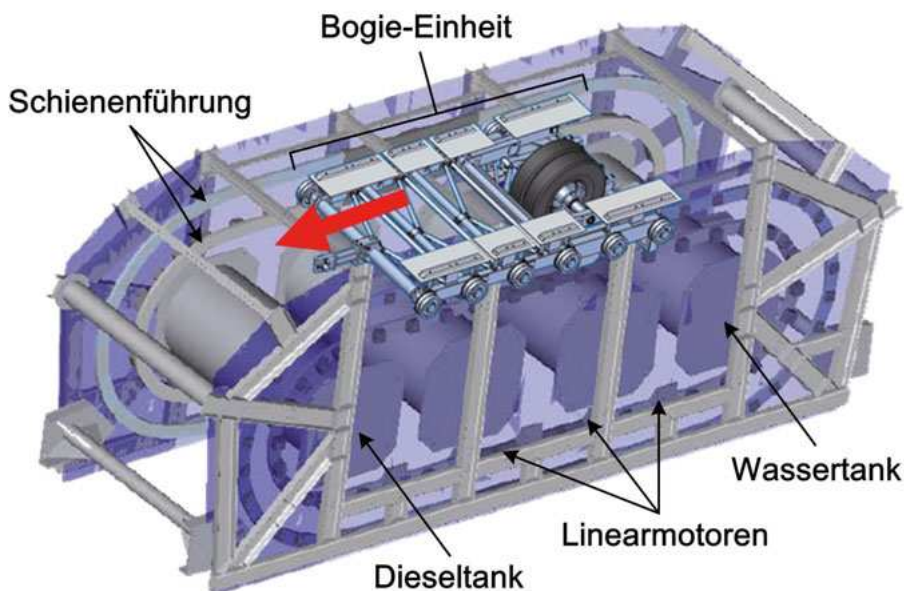


Abbildung 3:  
Technisches  
Funktionsprinzip  
des MLS10.

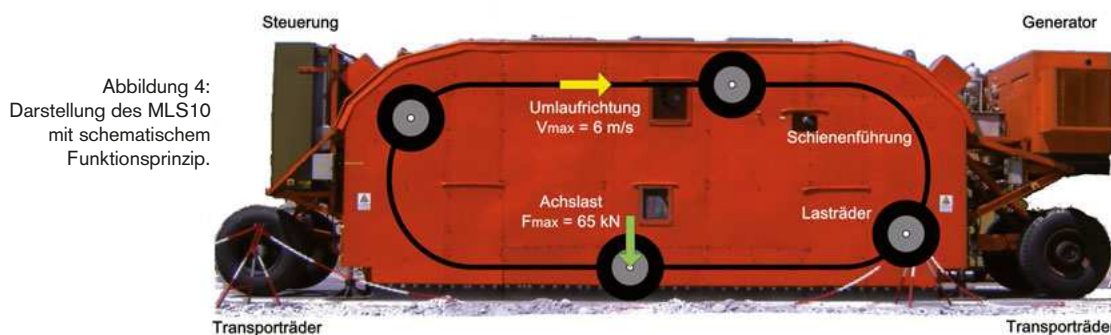


Abbildung 4:  
Darstellung des MLS10  
mit schematischem  
Funktionsprinzip.

liche Informationen über die Qualität der verwendeten Materialien, jedoch werden damit die Praxistauglichkeit und das Zusammenwirken der Belagsschichten unter realen Bedingungen nur bedingt beurteilt. Letztlich ist es ausschlaggebend, wie sich die mechanischen Eigenschaften eines Belags während seiner Lebenszeit im Strassenverkehr verhalten. Daher ist es naheliegend, dass Analysen von Belägen unter realen Verkehrsbedingungen der verlässlichste Weg sind, um Aussagen über deren Praxistauglichkeit machen zu können. Dieses Unterfangen ist aber mit einer Vielzahl an Schwierigkeiten verbunden. Gerechnet auf der durchschnittlichen Lebenserwartung eines Belags, müssten Datenerhebungen über dessen Ermüdungs-, Verformungs-, Abrieb- und Alterungsverhalten über einen Zeitraum von 20 Jahren betrieben werden. Ausserdem sind Belagsanalysen, die auf befahrenen Strassen vorgenommen werden, mit einer Beeinträchtigung des Strassenverkehrs sowie der Sicherheit von Fahrzeuglenkern und Arbeitern verbunden.

### Die Geburt der Zeitbeschleuniger

Die Problematiken rund um die Validierung von Belägen inmitten des Strassenverkehrs waren ausschlaggebend für die Entwicklung von Grossversuchsanlagen, welche abseits oder auf gesicherten Abschnitten von befahrenen Strassen betrieben werden können. Dabei handelt es sich um Maschinen, die in der Lage sind, die zeitlich geraffte, dynamische Überrollbeanspruchung von real auftretendem Verkehr zu simulieren. Heute werden diese beschleunigten Verkehrslastsimulationen (engl.: Accelerated Pavement Testing; APT) weltweit als unentbehrlich für die effiziente und leistungsorientierte Forschung im Strassenwesen erachtet. Mehrere Länder verfügen über eigene APT-Programme zur Förderung einer nachhaltigen und zielgerichteten Entwicklung des Strassenbaus. In der Schweiz haben solche Grossversuchsanlagen eine lange Tradition. Dank des mittlerweile abgebauten stationären Rundlaufs der ETH Zürich am Standort Dübendorf und der Halle Fosse in Lausanne (vgl. Abbildung 2) war es möglich,

die Schweizer Dimensionierungsnormen den Bedürfnissen des letzten Jahrhunderts anzupassen. Heute sind diese Normen allerdings, im internationalen Vergleich gesehen, wieder veraltet. Einerseits führen sie zu Überdimensionierungen und höheren Baukosten, andererseits kann damit neuen Anforderungen und Materialien nicht genügend Rechnung getragen werden. Vor diesem Hintergrund entschloss sich die Empa im Jahre 2008, die Arbeit der abgebauten Anlagen in Dübendorf und Lausanne mittels einer zeitgemässen Maschine fortzusetzen. Die Beschaffung des sogenannten «Mobile Load Simulators», kurz MLS10, verdankt die Empa der Unterstützung durch das Institut für Geotechnische Ingenieurwissenschaften IGT der ETH und der Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Strassen Astra.

### Wie funktioniert ein Strassentester?

Kernstück des MLS10 bildet ein starrer Ausserahmen, in welchem sich zu einer Kette verbundene Wagen mit den Lasträdern (so ▶



Abbildung 5: Spurrinne nach einer kanalisiertem MLS10-Belastung, verursachter Belagsschaden, mit Diagramm der schematischen Spurrinntentiefe eines T2-Belags in Abhängigkeit zu der Anzahl Überrollungen.

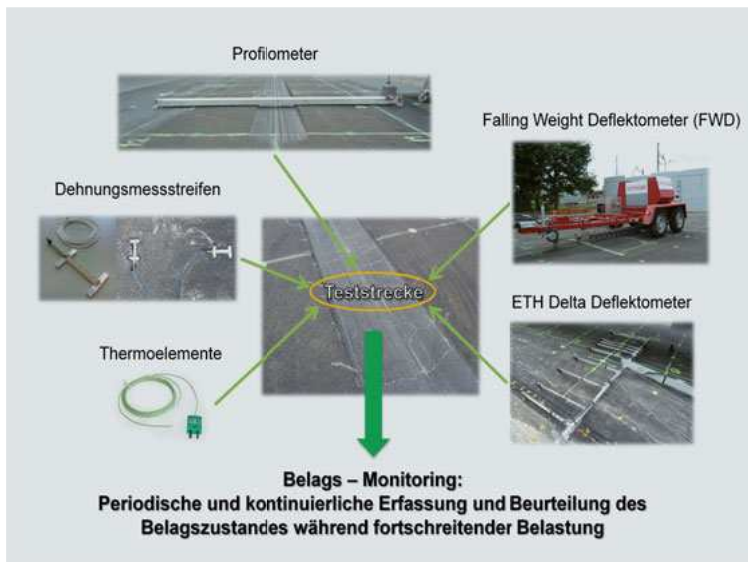
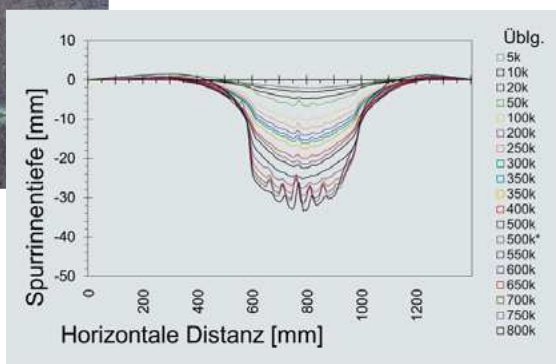


Abbildung 6: Beispiele für eingesetzte Sensoren und Messsysteme zur Zustandsüberwachung der verschiedenen Teststrecken.

genannten Bogies) bewegen. Deren Bahn wird von Schienen geführt. Die insgesamt vier Bogies werden von linearen Induktionsmotoren (LIM) angetrieben und sind jeweils mit einer hydraulisch gelagerten, einzelbereiften Halbachse zum Aufbringen der Verkehrslast bestückt (vgl. Abbildung 3). Sobald sich ein Bogie horizontal auf den unteren Schienen bewegt, wird diese Halbachse mit der voreingestellten Last gegen den Belag gedrückt und somit eine Überfahrt simuliert (vgl. Abbildung 4). Die maximal mögliche Belastung, die auf den Überrollungsbereich von 4,2 Meter aufgebracht werden kann, entspricht 65 kN. Die Geschwindigkeit der Bogies

kann frei gewählt werden; ihr Maximum beträgt 6 m/s. Damit wird eine Leistungsfähigkeit von 6000 unidirektionalen Überrollungen/Stunde erreicht, wahlweise in kanalisiertem oder nicht kanalisiertem Betrieb. Eine Beispielberechnung zeigt das Potenzial der beschleunigten Verkehrslastsimulation mit dem MLS10: Die Belastung eines Belags der Verkehrslastklasse T3 mit 300'000 MLS10-Zyklen (50-Stunden-Betrieb) und einer jeweiligen Achslast von 13 Tonnen entspricht theoretisch einer realen Verkehrsbelastung während rund 25 Jahren mit einer durchschnittlichen Achslast von 8 Tonnen.

### Ein wichtiger Mitarbeiter

Seit seiner Beschaffung im Jahre 2008 und der erfolgreichen Inbetriebnahme hat sich der MLS10 als wichtiges Instrument zur Verbesserung und Weiterentwicklung von Strassenbelägen und Belagsaufbauten bewährt. Besonders geschätzt wurden seine Dienste, wenn es darum ging, eine höhere Beständigkeit und Dauerhaftigkeit von Strassenbelägen zu erreichen sowie die Beurteilung eines Strassenkörpers bezüglich dessen Dimensionierung und Tragfähigkeit vorzunehmen. Des Weiteren können dank des MLS10 Normen in realer Umgebung und unter praxisnahen Einbaubedingungen validiert und neu gebaute Strassenabschnitte bezüglich Qualität, Konstruktion und Design evaluiert werden.

### Der Strasseninnovationspark

Um das Potenzial des MLS10 optimal nutzen zu können, wurde im Jahr 2012 ein Areal in Lenzburg für den Einbau von insgesamt sechs Prüffeldern der Grössen 5 x 20 Meter erstellt. Das Areal, welches heute als Strasseninnovationspark gilt, stellt ein Testgelände dar, auf welchem es möglich ist, unterschiedliche Beläge und Teststrecken auf demselben Untergrund zu erstellen. Somit wird sichergestellt, dass die durchgeführten Tests unter möglichst ähnlichen klimatischen Bedingungen und auf der gleichen Foundation durchgeführt werden können. Dadurch lassen sich die erhaltenen Aussagen und Resultate bis zum Totalversagen des Belages miteinander vergleichen, was bei einem Einsatz an unterschiedlichen Orten nicht unbedingt der Fall wäre. Das genannte Testgelände dient als Ausgangspunkt für die Validierung und Prüfung von neuen Materialien oder Produkten für den Strassenbau. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch die Tatsache, dass der MLS10 auch mobil auf Baustellen, Autobahnen oder Kantonsstrassen eingesetzt werden kann, um beispielsweise Resttragfähigkeiten oder Einbauqualitäten zu überprüfen. Dank dem Einsatz verschiedener Sensoren, die während oder nach dem Belagseinbau im Testfeld integriert werden, ist eine Zustandsüberwachung in Echtzeit möglich. Dadurch können wertvolle Informationen über die Temperatur, die Dehnung, die Deflektion ▶



Abbildung 7 zeigt, wo in der Schweiz und auf der Welt der MLS10 seit dem Jahr 2008 wertvolle Dienste geleistet hat.



Abbildung 8: Grossversuchsanlage MLS10 auf dem Strasseninnovationspark Lenzburg.

und weitere Aspekte eines Versuchsobjektes gewonnen werden. Zusätzlich können am Belag auch oberflächliche Messungen wie Querebenheit und Spurrinnenbildung oder Messungen mit einem Falling Weight Deflectometer FWD unternommen werden (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6).

#### Mobilität ist eine seiner Stärken

Die Mobilität des MLS10 ist ein grosser Vorteil. Er kann deshalb auch für kurze Einsätze im Feld eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür war ein Dienstleistungsauftrag im August 2013 im Rahmen der Strukturverbesserung der Osttangente in Basel. Dieser hat in Liestal stattgefunden und, inklusive Vorbereitungen und Prüfung, etwa zwei Wochen gedauert. Der MLS10 simulierte dabei das frühzeitige Befahren des noch frisch eingebauten Belags durch Lkws. Das Ziel war die Ermittlung der minimalen Abkühlungsdauer nach dem Einbau für einen neuen Niedertemperaturbelag bis zur Verkehrsfreigabe. Dazu wurden die Spurrinnenbildung zu verschiedenen Zeitpunkten nach einem Probeeinbau auf einer Teststrecke untersucht und die bleibenden Deformationen in Abhängigkeit der Abkühlungsdauer des Belags untersucht (vgl. Abbildung 7). Es zeigte sich, dass bei einer Belagstemperatur von 36 Grad Celsius, das heisst nach etwa sechs Stunden Abkühlungsdauer und 6000 MLS10-Überrollungen, in diesem Fall mit einer Spurrinntiefe von zwei Millimeter zu rechnen war. Diese Resultate des Probeeinbaus lieferten Anhaltspunkte für die effiziente Planung des tatsächlichen Einbaus.

#### Vielversprechende Zukunftsperspektiven

Sowohl international als auch in der Schweiz gewinnt APT zunehmend an Wert für Forschung und Entwicklung im Bereich des Strassenbaus. Dies wird durch die Tatsache unterstützt, dass die Bundesanstalt für Strassenwesen BASt in Deutschland kürzlich einen MLS10 der jüngsten Generation beschafft und erfolgreich in Betrieb genommen hat. Deshalb ist es wichtig, den Einsatz des MLS10 auch in der Schweiz zu fördern und ihn in die verschiedenen Forschungsprojekte miteinzubeziehen. Nicht nur als Validierungs-, sondern auch als Entwicklungswerkzeug kann der MLS10 wichtige Beiträge für Innovationen und Produkte liefern. Künftige Einsatzschwerpunkte werden aufgrund der durchgeführten Referenzprojekte mit Normbelägen sicherlich die Evaluation neuartiger Belagskonzepte und nachhaltiger Materialien, aber auch die Untersuchung von Massnahmen im Bereich des Erhaltungsmanage-

ments – zum Beispiel Asphaltbewehrungen – sein. Grundsätzlich jedoch kann der MLS10 für alle erdenklichen Fragestellungen im Bereich des Strassenbaus herangezogen werden, wo es den Einfluss des Verkehrs beschleunigt zu simulieren gilt.

#### Projektbeispiele

Auch der erwähnte Strasseninnovationspark in Lenzburg wurde für wertvolle Projekte in den letzten Jahren ausgiebig genutzt. Unter dem Link [www.aramis.admin.ch](http://www.aramis.admin.ch) sind einige Projektbeispiele einsehbar, bei welchen der MLS10 im erwähnten Testgelände einen wichtigen Beitrag geleistet hat. ■

➔ [www.aramis.admin.ch](http://www.aramis.admin.ch) -> Forschungsprojekte mit Astra, Bundesamt für Strassen

#### Die Autoren

- Fabio Piemontese, M.Sc., Engineer Mechanical Test and Measurement, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, [fabio.piemontese@empa.ch](mailto:fabio.piemontese@empa.ch)
- Manfred Partl, Prof. Dr., Dipl. Ing. ETH/SIA, Abteilungsleiter, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, [manfred.partl@empa.ch](mailto:manfred.partl@empa.ch)

#### Mitwirkende Personen

- Martin Arraigada, Dr., Dipl. Ing., Koordinator Multifunktionale Beläge, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, [martin.arraigada@empa.ch](mailto:martin.arraigada@empa.ch)