JOSEF EBERHARDSTEINER

wurde 1957 geboren. Er promovierte 1989 und habilitierte sich 2001 an der TU Wien. Seit 1992 ist er Leiter des Labors für makroskopische Werkstoffversuche des Instituts für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen. Ende 2003 wurde er zum Professor für Werkstoff- und Struktursimulation im Bauwesen an der TU Wien ernannt. Seit 2004 ist er Co-Leiter des interfakultären Labors für Mikro- und Nanomechanik biologischer und biomimetischer Werkstoffe. Von 2004 bis 2007 war er Vorstand am genannten Institut sowie Stellvertretender Studiendekan. Mit 1. Jänner 2008 wurde er zum Dekan der Fakultät für Bauingenieurwesen bestellt.

RONALD BLAB

wurde 1965 in Wels geboren. Er promovierte 1995 und habilitierte sich 2001 an der TU Wien auf dem Fachgebiet Straßenbau und Straßenerhaltung. Nach seiner Forschungstätigkeit als Post Doc im Rahmen eines Max Kade Stipendiums der Österreichischen Akademie der Wissenschaften an der University of California at Berkeley, USA, gründete er 2002 mit fünf österreichischen Industriepartnern in Wien ein Christian Doppler Labor für gebrauchsverhaltensorientierte Materialforschung an Straßenbaustoffen und wurde 2005 zum Professor für Straßen- und Flugbetriebsflächenbau an die TU Wien berufen.

# 29 SCHWERVERKEHR

***Die Auswirkungen der Schwerverkehrszuwächse auf Österreichs Straßeninfrastruktur im alpinen Raum sind zunehmend dramatisch. Die Lebensdauer der Straßen nimmt mit der Zunahme des motorisierten Schwerverkehrs rasant ab. Im Zuge von angewandten Materialforschungen wurden neue Materialien des Straßenbaus, insbesondere neue Asphaltmischungen, entwickelt. Diese werden bereits auf Großteststrecken erprobt. In diesem Projekt wurde auch ein völlig neuer Ansatz zur Methodik der Materialforschung angewandt.***

Gefördert durch: Alpenforschung

DANK | Herbert Mang (TU Wien), Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Wien), Industriepartner aus der österreichischen Bauindustrie, Christian Doppler Labor für gebrauchsverhaltensorientierte Optimierung flexibler Fahrbahnaufbauten (TU Wien)

*Nanoindentation am Bitumen im biomechanischen Labor von Josef Eberhardsteiner: „Bei der Genese spielen nicht nur wirtschaftliche Aspekte eine Rolle, sondern natürlich auch persönliche. Vor etwa zehn Jahren haben wir uns in Kooperation mit der Reifenindustrie mit Reibungs- und Traktionsversuchen auf Straßen auseinander gesetzt. Ein junger Wissenschaftler, Herr Kollege Blab, erkannte damals genau die Schnittstellen zu den heutigen Fragestellungen und begann sich mit der Aufstandsdruckverteilung von Raddrücken zu beschäftigen. So haben Fragen der Fahrzeugindustrie auf der einen Seite und Fragen der Straßenkonstruktion auf der anderen Seite und die Wissenschaftler, die diese Fragen zu klären versuchen, einander gefunden. Es bedarf offensichtlich auch der Persönlichkeiten, die mit diesem interdisziplinären Ansatz arbeiten und damit Lösungen für technische Probleme entwickeln können. Ich denke – und das soll hervorgehoben sein – dass vor allem die Art der persönlichen Zusammenarbeit und die Aufgeschlossenheit für alternative Methoden ein ganz wesentlicher Faktor für den Erfolg eines Forscherteams ist."*

Herr Blab, Herr Eberhardsteiner, ich habe gestaunt, als ich den Titel Ihres Forschungsprojektes las. Vereinfacht gesprochen geht es dabei um die Erforschung von Asphalt, von Straßen und der Lebensdauer beider. Stimmt das?

**BLAB|** Ja, wir beschäftigen uns am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der Technischen Universität Wien mit der Planung, dem Bau und der Erhaltung von Straßen. Straßen sind bedeutende, teilweise hoch beanspruchte Ingenieurbauwerke. Sie dienen dem Transport von Menschen und Gütern und stellen damit die Lebensadern unserer modernen Gesellschaft dar. Straßen trennen aber auch. Straßen haben als Linienbauwerk eine nachhaltig räumliche Wirkung. Speziell in sensiblen Bereichen, wie in alpinen Räumen liegt auf dem Bauwerk Straße daher besonderes hohes Augenmerk. Straßen und der auf ihnen abgewickelte Verkehr stehen hier aus vielerlei Gründen besonders im Blickfeld des öffentlichen Interesses. In unserem Projekt haben wir uns speziell mit dem Bauwerk, mit der Konstruktion „Straße" beschäftigt. Unser Schwerpunktthema ist eine entsprechend optimierte, konstruktive Ausbildung dieses Bauwerkes.

**F|** Warum ist das notwendig? Werden Straßen nicht prinzipiell optimiert gebaut? Muss man das Thema noch zusätzlich beforschen?

**BLAB|** Ja, das muss man, da die Entwicklung der Gesellschaft und der Technik ja nicht stehen bleibt. Österreich ist topographisch großteils durch alpine Bereiche gekennzeichnet, und speziell im alpinen Raum müssen wir die Mobilität sicherstellen. Es gibt in Bezug auf die Konstruktion alpiner Straßen sehr interessante und durchwegs anspruchsvolle technische Randbedingungen, die zu berücksichtigen sind, um die Gebrauchsdauer und damit die volkswirtschaftlichen Kosten dieser Konstruktionen zu optimieren. Warum ist dieses Bauwerk „Straße", speziell im alpinen Bereich, so stark belastet? Weil wir durch die wirtschaftliche Entwicklung der Nachbarstaaten, Österreich liegt ja zwischen den wirtschaftlichen Großräumen von Italien und Deutschland und nach der Ostöffnung im Zentralraum Europas, sehr große Transitbewegungen verzeichnen. Das war übrigens auch in historischen Zeiten schon so. Der alpine Raum war immer schon für den Transport von Waren zwischen Nord und Süd ein wesentliches Faktum und zwar historisch gesehen zum Beispiel im Römischen Reich und im Mittelalter über die Bernsteinstraße. Über diese wurden von der Nord- und Ostsee auch über den Brenner oder im Bereich der heutigen Südautobahn mit einem Handelszentrum im damaligen Carnuntum, zahlreiche Güter in den Süden Italiens transportiert und ein sehr reger Warenaustausch gepflegt. Um diesen Austausch durchführen zu können, hat sich natürlich Verkehr entwickelt und die gewählten Verkehrswege musste man zunehmend an die Methoden des Transports anpassen. Das waren früher Wagen und Pferde, heute sind es motorisierte Schwerfahrzeuge. Und dieser Transitverkehr auf unseren Straßen hat in den letzten Jahren aufgrund der wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen in Europa enorm zugenommen. Der Verkehr belastet aber nicht nur die Menschen und die Umwelt gewaltig, sondern auch das Bauwerk „Straße". Das war unser Ausgangspunkt. Es werden, von heute bis zum Jahr 2015, abschnittsweise Zuwächse des Schwerverkehrs in der Größenordnung von 50 bis 75 Prozent prognostiziert. Es war und ist also notwendig, das Bauwerk Straße im Hinblick auf die „mechanogenen" Beanspruchungen durch den Verkehr, entsprechend zu rüsten und zu optimieren. Im alpinen Raum überlagern sich die mechanischen Beanspruchungen der Konstruktion zudem mit teilweise sehr harschen klimatischen Gegebenheiten. Wir messen einerseits sehr tiefe Wintertemperaturen von -20° Celsius und andererseits im Sommer, zum Beispiel im Inntal, Lufttemperaturen bis zu 35° Celsius. In dieser Temperaturspanne müssen wir ein Bauwerk mit sehr hohen Beanspruchungen konstruieren, erhalten und betreiben. Es ist unsere Aufgabe als Ingenieure, entsprechende Konstruktionsideen und Materialien zu konzipieren, die diesen Ansprüchen genügen und zwar mit einer sehr großen Nachhaltigkeit. Das heißt, es soll nicht innerhalb von fünf bis zehn Jahren die gesamte Konstruktion, weil sie einfach nicht mehr gebrauchstauglich ist, erneuert werden müssen. Jede Instandsetzung oder Erneuerung der Konstruktion bedeutet hohe Kosten für den Straßenerhalter aber auch für den Nutzer durch notwendige Baustelleneinrichtungen oder Staus. Kritische Größen bei der Materialkonzeption und der Bauwerksdimensionierung sind die harschen klimatischen Gegebenheiten mit Frost im Winter und hohen thermischen Beanspruchungen im Sommer, in Kombination mit dem teilweise massiven Schwerverkehr. Dabei ist davon auszugehen, dass es auch bei teilweiser Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene in den nächsten Jahren zu einer deutlichen Zunahme der Belastungen der Bauwerke kommt.

**F|** Ist das, worüber wir heute reden, auch Teil einer technischen Lösung? Ich bin ja auch Straßenbenützer und weiß, dass mein Auto Rollgeräusche erzeugt, dass ein entsprechender Straßenbelag dem entgegenwirken könnte. Geht das auch in Ihre Überlegungen ein oder ist das zu weit gedacht?

**BLAB|** Das ist genau einer unserer Ansatzpunkte. Es gilt, die Konstruktion in Bezug auf die technische Lebensdauer, aber auch in Bezug auf die Lärmemission zu optimieren. Das heißt, wir haben bei der Konzeption der Konstruktionen und der Asphalte speziell darauf Wert gelegt, lärmmindernde Asphalte zu entwickeln. Das ist eine wesentliche Gebrauchseigenschaft. Wir müssen uns natürlich der Verantwortung für die Menschen und die Natur bewusst sein. Vielleicht haben wir es ein bisschen einfacher, weil wir das Problem zunächst im Hinblick auf die konstruktive Ausbildung des Bauwerkes betrachten. Bei Belastungen von täglich 5.000 Schwerfahrzeugen und mehr ist es ist für uns Ingenieure eine riesige Herausforderung, unter den in alpinen Räumen vorherrschenden Randbedingungen konstruktiv durch einen geeigneten Straßenaufbau über eine erwartete technische Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren eine ausreichende Tragfähigkeit für den Verkehr sicher zu stellen. Unsere Aufgabe ist es hier, spezielle Baustoffe und Konstruktionen zu entwickeln, so dass dieser Transport von Menschen und Gütern und die Mobilität garantiert werden können. Dabei muss die technische Lebensdauer der Bauteile und deren Lebenszyklus volkswirtschaftlich optimiert werden. Genau in diesem Rahmen haben wir unser Projekt abgewickelt.

> KRITISCHE GRÖSSEN BEI DER MATERIALKONZEPTION UND DER BAUWERKSDIMENSIONIERUNG SIND DIE HARSCHEN KLIMATISCHEN GEGEBENHEITEN.

**F|** Wie gehen Sie dabei vor, wie ist der Arbeitsansatz oder besser gesagt, der Forschungsansatz?

**BLAB|** Wir prüfen die Belastbarkeit von Materialien und Baustoffen numerisch, das heißt, wir simulieren die Wirkungen von Verkehr und Temperatur in komplexen, mathematischen Computermodellen. Dazu haben wir einen ausgezeichneten Partner, der auf diesem Gebiet führend ist, nicht nur in Österreich sondern europaweit, Kollegen Eberhardsteiner vom Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen, ebenfalls von der Technischen Universität Wien. Wir simulieren also einerseits Belastungen am Bildschirm, benötigen andererseits aber auch entsprechende Kenngrößen der Materialien als Eingangsgrößen, um diese Beanspruchungssitutationen auch nachbilden zu können. Aus welchen Materialien besteht eine Straße? Ein Großteil der Straßenkonstruktionen, der befestigten Flächen in Österreich, ist aus Asphalt. Asphalt ist interessanterweise ein Naturbaustoff, der schon seit Jahrtausenden verwendet wird. Bereits die Babylonier haben die ersten Asphaltstraßen gebaut. Asphalt besteht zu 90 bis 95 Prozent aus Mineralstoffen, also aus Gesteinen, die bestimmte Eigenschaften haben müssen und aus einem Bindemittel, dem Bitumen. Dieses Bitumen wird bei der Destillation von Erdöl gewonnen. Es gibt auch geringe Naturvorkommen, wo also Bitumen als Naturstoff an der Erdoberfläche auftritt. Aus Bitumen plus Gestein und einer sehr ausgeklügelten Mischung dieser Stoffe entsteht der Baustoff Asphalt. Dieser Asphalt, den wir für den Bau von Straßen einsetzen, weist sehr vielseitige, aber auch sehr komplexe Eigenschaften auf. Sein großer Vorteil ist, dass er eine weite Gebrauchsspanne besitzt, das heißt, er hat ausreichend gute Eigenschaften bei tiefen und auch bei hohen Temperaturen, wie sie eben in alpinen Bereichen auftreten. Aufgrund der Komplexität der Eigenschaften des Asphalts ist die Frage nach der Art des Bitumens und der Art der Mineralstoffe eine wissenschaftlich sehr interessante und herausfordernde Aufgabe. Wir sprechen bei Asphalt auch von einem Dreiphasengemisch, weil Asphalt aus Gestein und Bitumen besteht und zusätzlich, was ich noch nicht erwähnt habe, finden sich auch Hohlräume darin. Dieses Dreiphasengemisch haben wir, als Materialmodell des Baustoffes, modellhaft nachgebildet. Kollege Eberhardsteiner ist der führende Kopf, der sich intensiv mit dieser Materialmodellierung und mit der entsprechenden Materialbeschreibung von Asphaltbaustoffen beschäftigt.

**EBERHARDSTEINER|** Am Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen befassen wir uns mit der Modellierung von Materialien und Strukturen. Wir wenden dazu einerseits experimentelle und andererseits mathematische und numerische Methoden an. Bis vor kurzem haben wir bei der Charakterisierung des Verformungs- und Festigkeitsverhaltens von Werkstoffen – und damit auch von Asphalt – einen rein phänomenologischen Zugang gepflegt. Es wurde also eine Vielzahl von Versuchen an Werkstoffproben unter verschiedenen Belastungen durchgeführt und die, den einzelnen Beanspruchungssituationen zugeordneten Deformationszustände, sowie die erreichten Maximalbeanspruchungen aufgezeichnet. Darauf aufbauend wurden mathematische Modelle entwickelt, mit deren Hilfe wir das untersuchte Werkstoffverhalten beschreiben konnten. Das Verhalten von Straßenkonstruktionen oder von Tunnelbauten kann so rechnerisch vielfach befriedigend abgeschätzt werden. Genau genommen erlauben allerdings solche phänomenologische Betrachtungsweisen nur die Abschätzung des Materialverhaltens für nicht getestete Beanspruchungszustände. Eine Extrapolation des Verhaltens von vorab nicht getesteten Werkstoffen, zum Beispiel von verschiedenen Asphaltmischungen, ist jedoch nicht möglich, da die physikalischen Effekte und die Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und dem mechanischen Verhalten des Materials in diese Formulierungen keinen Eingang finden. Aussagen darüber, wie sich das makroskopische Steifigkeits- und Festigkeitsverhalten von Asphalt ändert, wenn sich etwa die Eigenschaften eines Füllstoffes oder des verwendeten Bitumens beziehungsweise sich die Zusammensetzung der einzelnen Anteile ändern – also echte Prognosen des Verhaltens von Asphaltbaustoffen – können nur mittels so genannter mikromechanischer Mehrskalenmodelle getroffen werden.

**F|** Sie müssen also in die Zukunft schauen und werden für Ihre Prognosen verantwortlich gemacht?

**EBERHARDSTEINER|** Genau, das ist der Punkt. Wie bereits erwähnt, ist es relativ einfach, ein mathematisches Modell für einen bestimmten Versuch beziehungsweise eine genau festgelegte Versuchsreihe zu entwickeln. In diesem Fall liefert das Werkstoffmodell natürlich erwartungsgemäß das ihm zugrunde gelegte Versuchsergebnis. Bei unseren Forschungsarbeiten steht aber die echte Prognose von Werkstoffverhalten im Vordergrund. Wir haben uns sehr frühzeitig einem in der Werkstoffmechanik aufgekommenen internationalen Trend angeschlossen. Das ist die vom Kollegen Blab bereits erwähnte Mehrskalenmodellierung von Werkstoffen. Dabei werden die Materialien in mehreren Beobachtungsskalen, vom Dezimeter- über den Millimeter- bis in den Mikrometer- und Nanometerbereich strukturiert und die Eigenschaften der in den einzelnen Längenskalen vorhandenen Materialphasen charakterisiert und quantifiziert. Wir beschreiben also das heterogene Materialverhalten auf einer bestimmten Längenskala und versuchen dann, dieses durch die Anwendung geeigneter mathematischer Verfahren, so genannter Homogenisierungsverfahren, auf die nächst höhere Beobachtungsskala zu transferieren. Mit den auf diese Art und Weise erhaltenen mechanischen Eigenschaften der Grundmatrix der nächst höheren Materialskala und den auf dieser Beobachtungsebene vorhandenen strukturellen Gegebenheiten können wir erneut ein Werkstoffmodell für die wieder nächst höhere Beobachtungsskala formulieren. Das mehrmalige Anwenden derartiger Homogenisierungsschritte führt dazu, dass wir auf diese Weise einen sehr guten Einblick in die Physik und Chemie der Materialien bekommen und darüber hinaus die bestehenden Interaktionen zwischen verschiedenen Materialphasen verstehen lernen. Wir erhalten auf diesem Weg physikalisch und chemisch basierte mathematische Materialmodelle, die es uns erlauben, die betrachteten Werkstoffe besser zu verstehen und damit bessere Prognosen abzugeben über deren mechanisches Verhalten auf makroskopischer Ebene, also auf der Ebene, auf der wir mit den Materialien tagtäglich in Berührung kommen. Damit sind wir nicht mehr darauf angewiesen, eine Vielzahl teurer und zeitaufwändiger Versuche durchzuführen, und darauf aufbauend, mit Hilfe statistischer Methoden, phänomenologische Materialfunktionen zu entwickeln. Eine ähnliche hierarchische Betrachtungsweise kennen wir übrigens auch aus der Baustatik. Dort können wir mit Hilfe zuverlässiger statischer Modelle das globale Tragverhalten von Bauwerken wie Gebäuden, Brücken oder Straßen prognostizieren, ohne etwa vor deren Errichtung Versuche an entsprechenden Modellbauwerken durchführen zu müssen. So wie wir also mit Hilfe der Baustatik verstehen gelernt haben, wie Baukonstruktionen funktionieren, möchten

> ÖSTERREICH IST GROSSTEILS DURCH ALPINE BEREICHE GEKENNZEICHNET, UND WIR MÜSSEN DIE MOBILITÄT SICHERSTELLEN.

***Nächste Seite |*** *Materialermüdung unter Schwerverkehr am Prüfstand unter der Beobachtung von Karl Kappl.*
***Seite 366-367 |*** *Montage eines prismatischen Asphaltprobeköpers in eine Vier-Punkt-Biegeprüfeinrichtung zur Simulation der Dauerbeanspruchung unter Verkehrslast.*

wir auch mit Hilfe geeigneter Mehrskalen-Materialmodelle verstehen lernen, wie Werkstoffe funktionieren. Auf diese Art und Weise kann man dann selbstverständlich auch Materialien am „grünen Tisch" designen. Ausgehend von der grundsätzlichen Kenntnis der Materialstruktur und dem mechanischen Verhalten kann man durch physikalisch oder chemisch motivierte Modifikationen der Werkstoffzusammensetzung oder durch Änderung einzelner struktureller Eigenschaften auf bestimmten Längenskalen am Computer neue Kompositwerkstoffe mit neuen mechanischen Eigenschaften herstellen. An der Fakultät für Bauingenieurwesen der TU Wien machen wir das nicht nur für den Werkstoff Asphalt, sondern auch für andere Baustoffe oder aber auch für biologische Werkstoffe.

EIN WESENTLICHES ANLIEGEN DER GEGENWÄRTIGEN WISSENSCHAFTLERGENERATION IST ES, DIE INNOVATIVSTEN WISSENSCHAFTLICHEN MITTEL EINZUSETZEN, UM DIE ENTWICKLUNG DER WERKSTOFFTECHNOLOGIE UND DIE OPTIMIERUNG VON BAUKONSTRUKTIONEN VORANZUTREIBEN.

**BLAB|** Wir haben also ein ganz ausgezeichnetes, mathematisches Modell des Materials Asphalt erstellt. Asphalt zeigt wirklich ein sehr komplexes Materialverhalten, weil es die drei an sich schon komplexen Eigenschaften „elastisch", „viskos" und „plastisch" in sich vereint. Wir haben durch unsere Untersuchungen und Berechnungen ein sehr realitätsnahes Materialmodell erhalten und geholfen, das Modell zu validieren, es also auf seine Richtigkeit zu prüfen. Das heißt, wir haben im Labor anhand dieses Materialmodells Validierungsexperimente durchgeführt, um nachzuweisen, ob sich das Material, den errechneten Prognosen entsprechend, verhält. Damit – und nach einem leichten Tuning des Asphaltmodells – waren wir beim letzten Schritt zum Ziel des Projekts angelangt, nämlich bei der Simulation der Strukturänderungen im Asphalt bei Änderung der äußeren Bedingungen. Wir simulieren also tatsächlich zum Beispiel die Temperaturgänge im Bauwerk und damit die Veränderung der Materialeigenschaften über den Tag und über das Jahr, und gleichzeitig überlagern wir die Bedingungen mit der mechanogenen Beanspruchung durch den Verkehr. Mit diesem Modell können wir für die heutige Beanspruchungssituation und für die prognostizierten zukünftigen Schwerverkehrszuwächse den Asphalt und den damit hergestellten Straßenaufbau entsprechend optimieren. Es gilt, die Bestandteile des Asphalts in so einem Verhältnis zu mischen und die verschiedenen Asphaltschichten im Straßenoberbau so anzuordnen, dass sie über eine möglichst lange Lebensdauer ein optimales Gebrauchsverhalten an den Tag legen. Das ist ein wesentlicher Beitrag, auch aus volkswirtschaftlicher Sicht, weil wir dadurch die Instandsetzungs- und Erneuerungsintervalle von einem Bauwerk deutlich verlängern können. Wir haben als Ergebnis des Projektes damit einerseits einen Asphalt mit den benötigten Gebrauchseigenschaften vorschlagen können, der auf Teststrecken schon eingesetzt wird und andererseits nicht nur den Baustoff, also den Asphalt optimiert, sondern auch die ganze Konstruktion. Wir können die Art des Aufbaus, also die Schichtfolge für diese speziellen, im alpinen Bereich vorhandenen verkehrsbedingten und thermischen Beanspruchungen, optimieren.

**F|** Das heißt, die Veränderung von Materialien verändert auch letztendlich die Zusammensetzung des Asphalts?

**BLAB|** Genau darauf zielen wir ab. Wir wollen mit Hilfe dieser Modelle funktionale Materialien und Strukturen designen, die speziell für diese Belastungen und für diese jeweiligen Umweltbedingungen optimal gestaltet sind. Das ist, auch im Ingenieurwesen, eine ganz neue Herangehensweise. Die Asphalte müssen ermüdungsbeständig sein und einen möglichst hohen Widerstand gegen plastische Verformungen aufweisen, damit keine Spurrinnen entstehen. Jetzt sind wir bereits dabei, diese Asphalte großtechnisch in einer Mischanlage umzusetzen, um sie in längeren Teststrecken einzubauen.

**F|** Können Sie mir ein vorher/nachher-Szenario beschreiben? Wie sah Asphalt vorher aus und wie sieht Asphalt in Zukunft aus?

**BLAB|** Das kann ich Ihnen natürlich beschreiben. Die Änderungen betreffen die Zusammensetzung der Mineralstoffe, die Anforderungen an die Mineralstoffe, wie zum Beispiel die Festigkeitseigenschaften, aber auch die „Sieblinien", dem Mischungsverhältnis unterschiedlicher Korngrößen. Das Bindemittel, also das Bitumen, ist ein ganz wesentlicher Bestandteil. Hier haben wir entsprechende Additive, mit welchen wir die Eigenschaften des Bitumens beeinflussen können, gefordert und definiert, die wir dann auch gefunden haben. Solche Additive können Wachse oder Kunststoffe sein. Das heißt, die Bitumina werden mit Kunststoffen oder mit Wachsen modifiziert, und erst dann wird daraus der Asphalt hergestellt. Dadurch werden die Gebrauchseigenschaften des gesamten Baustoffes wesentlich verändert. Wir haben also tatsächlich durch das Materialmodell die Möglichkeit, die Anforderungen einzugeben und dadurch neue Materialien zu entwerfen. Auch lässt sich berechnen und prognostizieren, wie sich bestimmte Additive in Bezug auf Gebrauchseigenschaften des Asphalts auswirken.

**F|** Kann man die Eigenschaften der neuen Asphalte sehen? Bemerkt man als Benutzer das neue Material?

**EBERHARDSTEINER|** Ich denke schon. Was wirklich wesentlich ist, ist der vom Kollegen Blab angesprochene Paradigmenwechsel. Bislang hat man vorhandene Straßenbaumaterialien zum Bau der Straßenkonstruktion eingesetzt und letztere der Verkehrsbeanspruchung ausgesetzt. Das kann eine Schwerlastbeanspruchung oder aber eine Temperaturbeanspruchung sein. Die Folgen dieser Beanspruchungen des Bauwerks Straße waren Spurrinnen, wenn das Hochtemperaturverhalten des Asphalt nicht gut genug war oder Risse, wenn dessen Tieftemperaturverhalten unzureichend war. Durch unseren neuartigen Ansatz ist es gelungen, dieses Vorgehen umzukehren und zuerst die Anforderungen zu studieren, und daran anschließend geeignete Baustoffe sozusagen „am grünen Tisch" zu entwickeln. Ich möchte dazu ein Beispiel bringen: Wenn wir an Straßen im alpinen Raum mit sehr niedrigen Temperaturen im Winter denken, so mussten wir bisher häufig feststellen, dass Risse in der Fahrbahndecke zufolge mangelhafter Tieftemperatureigenschaften des Asphalts die Gebrauchstauglichkeiten solcher Straßen wesentlich beeinträchtigen. Fragte man nun danach, welcher Bestandteil des Baustoffs Asphalt für dessen Tieftemperaturverhalten verantwortlich ist, so konnte man diese Frage bislang nur unzureichend durch mehr oder weniger systematische Versuche beantworten. Durch die strukturierte Betrachtung von Asphalt und dessen Morphologie, haben wir erstmals erkannt, dass in erster Linie das Bindemittel für das Tieftemperaturverhalten verantwortlich ist. Insbesondere ist die Art des Erdöls, aus welchem das Bitumen produziert wird, entscheidend. Das ist eine Information, die man nicht im Rahmen von makroskopischen oder phänomenologischen Betrachtungsweisen eruieren könnte. Diese für die Optimierung des Werkstoffs Asphalt sehr bedeutende Erkenntnis lässt sich nur mit Hilfe des entwickelten Mehrskalenmaterialmodells gewinnen.

**F|** Können Sie mir noch ein wenig über die Genese, über den Weg zu diesen Ergebnissen erzählen? War es einfach ein wissenschaftlicher Ansatz oder gab es dazu einen „gesellschaftspolitischen Auftrag"?

**BLAB|** Der Ausgangspunkt war eine Kooperation mit der Industrie. Wir haben die wesentlichen Partner aus der österreichischen Bauindustrie an Bord und natürlich auch die Bitumenproduzenten. In Österreich werden pro Jahr zehn Millionen Tonnen Asphalt hergestellt, das heißt, pro Person mehr als eine Tonne. Dieser Baustoff hat eine sehr hohe volkswirtschaftliche Bedeutung. Bitumen ist zwar nur bis zu fünf Massenprozent im Asphalt enthalten, gewinnt aber als begrenzter und daher immer knapper werdender Rohstoff zunehmend an Bedeutung. Beide genannten Branchen zeigen immer mehr Interesse, dem Gedanken der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes gerecht zu werden. Durch die verbesserte Gebrauchsdauer des Asphalts wird weniger verbraucht und dadurch für die Gesellschaft und die Umwelt eine deutliche Verbesserung erwirkt.

**EBERHARDSTEINER|** Bei der Genese spielen nicht nur wirtschaftliche Aspekte eine Rolle, sondern natürlich auch persönliche. Vor etwa zehn Jahren haben wir uns in Kooperation mit der Reifenindustrie mit Reibungs- und Traktionsversuchen auf Straßen auseinander gesetzt. Ein junger Wissenschaftler, Herr Kollege Blab, erkannte damals genau die Schnittstellen zu den heutigen Fragestellungen und begann sich mit der Aufstandsdruckverteilung von Raddrücken zu beschäftigen. So haben Fragen der Fahrzeugindustrie auf der einen und Fragen der Straßenkonstruktion auf der anderen Seite und die Wissenschaftler, die diese Fragen zu klären versuchen, einander gefunden. Es bedarf offensichtlich auch der Persönlichkeiten, die mit diesem interdisziplinären Ansatz arbeiten und damit Lösungen für technische Probleme entwickeln können. Ich denke – und das soll hervorgehoben sein – dass vor allem die Art der persönlichen Zusammenarbeit und die Aufgeschlossenheit für alternative Methoden ein ganz wesentlicher Faktor für den Erfolg eines Forscherteams ist. Es war eine glückliche Fügung mehrerer Aspekte, das gemeinsame fachliche Interesse, ein ausgezeichnetes persönliches Verhältnis und ein enormes Maß an Offenheit und Engagement aller Beteiligten, die die sehr positiven Ergebnisse dieses Projekts hervorbrachten.

**F|** Um das jetzt in einem größeren Kontext einzubetten, diese Fragestellungen haben wir ja nicht nur in Österreich, die gibt es überall auf der Welt. Wo stehen Sie, international betrachtet, mit Ihren Forschungen und Ergebnissen?

**EBERHARDSTEINER|** Was die mehrfach erwähnte Methodik der Charakterisierung von Werkstoffeigenschaften betrifft, da halten wir mit unseren Forschungsarbeiten mit Sicherheit mit der Weltspitze mit.

**BLAB|** Im Rahmen einer Evaluierung unserer Arbeiten, bei welcher internationale Experten im Auftrag unserer Geldgeber unsere Arbeit prüften und uns bewerteten, wurde uns von diesen bescheinigt, dass wir auf unserem Fachgebiet nicht nur national, sondern auch international, führend sind. Österreich ist in Europa eines der ersten Länder, die die funktionalen Anforderungen an Straßenbaustoffe, speziell an Asphalt, normativ auch schon umgesetzt haben. Das heißt also, dass wir nicht nur die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen, sondern diese in den Stand der Technik, in den Normen, bereits etabliert haben. Damit sind wir in Österreich international führend.

**F|** Mich persönlich würde noch interessieren, wie so ein Wissenschaftlergehirn arbeitet. Wie kommt man auf die Fragestellungen, wie sie in diesem Projekt benannt sind?

**BLAB|** Am Anfang steht, aus meiner Sicht, zunächst eine gewisse Neugier und ein Problembewusstsein, aber auch die persönlichen Kontakte und eine gewisse gedankliche Kombinationsgabe der beteiligten Personen.

**EBERHARDSTEINER|** Wenn Forschung bisher noch nicht in diesem Umfang geschehen ist, dann hat das natürlich auch technische Gründe. Wir verfügen heute über Versuchsmethoden, die uns vor zehn Jahren noch nicht zur Verfügung standen. Selbstverständlich entwickelte sich auch unser theoretischer Wissensstand enorm weiter. Aber auch die Verarbeitung der anfallenden, zum Teil recht beträchtlichen Datenmengen war auf Grund unzureichender EDV-Ressourcen lange Zeit undenkbar. Es ist aber nicht so, dass in der Vergangenheit schlecht gearbeitet wurde, es standen vielfach keine adäquaten Möglichkeiten zur Verfügung. Ein wesentliches Anliegen der gegenwärtigen Wissenschaftlergeneration ist es, die innovativsten wissenschaftlichen Mittel einzusetzen, um die Entwicklung der Werkstofftechnologie und die Optimierung von Baukonstruktionen voranzutreiben. Wir wollen nicht im viel zitierten Elfenbeinturm verharren, sondern in Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern das erarbeitete Grundlagenwissen über Werkstoffe und deren Modellierung sehr rasch in die Praxis umsetzen.

**F|** Das ist ja fast der schönste Fall wissenschaftlicher Arbeit: Grundlagenforschung mit sofortiger, praktischer Anwendung?

**BLAB|** Ja. Das ist der Reiz an unserer Arbeit.

**EBERHARDSTEINER|** Absolut und wir sind auch ein wenig stolz darauf.

**F|** Ich nehme als Konsequenz aus unserem Gespräch mit: Es gibt demnächst viel bessere Straßen und ich weiß, wem wir diese Tatsache zu verdanken haben.

**EBERHARDSTEINER|** Ja, das ist ein guter Schluss. •••

*Mix, Design und Konzeption technischer Asphalte für hochbeanspruchte Straßen im alpinen Bereich.*