

## Forschung für Strassenbaustoffe auf den Kampf gegen die Klimakrise fokussieren!

Wie der aus Hochschulprofessorinnen und -professoren länderübergreifend zusammengesetzte Wissenschaftsrat des VSS in seiner Stellungnahme «mit Entschlossenheit gegen die Klimakrise» festgestellt hat, ist es höchste Zeit, die traditionellen ausgetretenen Forschungspfade zu verlassen und durch synergieorientierte kurz-, mittel- und langfristige Forschungsprogramme mit möglichst grosser thematischer Breite und interdisziplinärer Abstützung noch konsequenter hinsichtlich Klimarelevanz auszurichten – dies nicht nur innerhalb der einzelnen Länder, sondern auch grenzüberschreitend, namentlich im D-A-CH-Rahmen.

Klimarelevante Forschung umfasst natürlich die gesamte Bandbreite des Mobilitäts-, Verkehrs- und Strassenbauwesens. In der vorliegenden Stellungnahme wird der Fokus allein auf baustoffspezifische Forschungsschwerpunkte gelegt. Insbesondere stehen dabei folgende klimarelevante Stossrichtungen im Vordergrund:

### Recycling und Verwendung von Altstoffen

Schon seit geraumer Zeit ist die Wiederverwendung von Baustoffkomponenten wie Gesteine oder Bitumen im Strassenbau fest etabliert. Auch wenn der eingeschlagene Weg der Wiederverwendung unbestritten ist, bedarf es in diesem Zusammenhang doch weiterer Forschung, um (Mehrfach-) Recycling und Wiederverwendung mit minimalem ökologischem Fussabdruck (CO<sub>2</sub>- und Energieverbrauch etc.) zu realisieren und die Strassen möglichst auf ein besseres Funktions- und Leistungsniveau zu heben. Dazu gehört u.a. die (Weiter-) Entwicklung und Langzeitvalidierung von effektiveren Regenerationsmitteln (heute Rejuvenatoren genannt) und Alterungshemmern zur Erhöhung der Lebensdauer und Sicherstellung wiederholter Recyclingfähigkeit.

## Mieux cibler la recherche sur les matériaux de construction routière pour lutter contre la crise climatique

Le conseil scientifique de la VSS, composé de professeurs issus de hautes écoles de différents pays, le constate dans sa prise de position «S’engager résolument contre la crise climatique»: il est grand temps de sortir des sentiers battus de la recherche traditionnelle pour se réorienter plus systématiquement sur la question du climat à travers des programmes de recherche à court, moyen et long termes axés sur les synergies et reposant sur l’assise thématique et le soutien interdisciplinaire les plus larges possible; et ce, non seulement à l’échelle des différents pays, mais aussi de l’espace D-A-CH.

La recherche liée au climat concerne naturellement l’ensemble du secteur de la mobilité, des transports et de la construction routière. La présente prise de position se focalise toutefois exclusivement sur la recherche en matière de matériaux de construction, et plus précisément sur les orientations stratégiques suivantes, du fait de leur importance pour le climat:

### Recyclage et réutilisation de matériaux usagés

La réutilisation de composants des matériaux de construction tels que la pierre ou le bitume s’est déjà imposée depuis un certain temps dans la construction routière. Mais même si l’orientation prise dans ce domaine ne fait pas débat, elle nécessite des efforts de recherche supplémentaires pour permettre de réaliser le recyclage (multiple) et la réutilisation avec une empreinte écologique minimale (émissions de CO<sub>2</sub> et consommation d’énergie, etc.) tout en améliorant si possible le niveau de fonctionnalité et de performance des routes. Cela implique notamment le développement et la validation à long terme d’agents de régénération (aujourd’hui appelés réjuvenateurs) et d’inhibiteurs de vieillissement plus efficaces afin d’augmenter la durée de vie et de garantir la capacité de recyclage multiple.

## Der Handlungsbedarf

Der Wissenschaftsrat sieht folgende Fokusbereiche der Forschung für Strassenbaustoffe:

- Recycling und Wiederverwendung mit minimalem ökologischem Fussabdruck
- Erhöhung der Lebensdauer und Sicherstellung wiederholter Recyclingfähigkeit, insbesondere durch wirksame Regenerationsmittel
- Erarbeitung von Lösungen zur Verwendung minderwertiger, aber lokal verfügbarer Stoffe und umweltkompatibler Altstoffe ohne Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit von Strassenbelägen
- Entwicklung von Bitumenalternativen aus biogenen, erdölunabhängigen Ausgangsstoffen
- Erarbeitung multifunktionaler Strassenbeläge, z.B. zur Energiegewinnung oder zur Vermeidung städtischer Hitzeinseln
- Entwicklung industrialisierter, effizienterer und witterungsunabhängiger Produktions-, Belageeinbau- und Rückbautechniken
- Umfassende praxisnahe Validierung und Bewertung aller Forschungsergebnisse über den ganzen Lebenszyklus

## Mesures préconisées

Le conseil scientifique a identifié les axes prioritaires suivants en matière de recherche sur les matériaux de construction routière:

- Recyclage et réutilisation avec une empreinte écologique minimale
- Allongement de la durée de vie et garantie de la capacité de recyclage multiple, en particulier grâce à des agents de régénération efficaces
- Mise au point de solutions permettant d'utiliser, sans diminuer les performances des revêtements routiers, des matériaux de moindre valeur mais disponibles localement ainsi que des matériaux usagés écologiques
- Développement d'alternatives au bitume issues de matières premières biogènes, sans hydrocarbures
- Élaboration de revêtements routiers multifonctionnels, permettant par exemple de produire de l'énergie ou de prévenir les îlots de chaleur urbains
- Développement de techniques de production, de revêtement et de démantèlement industrialisées, plus efficaces et indépendantes de la météo
- Validation et évaluation pratiques complètes de tous les résultats de recherche sur l'ensemble du cycle de vie

Gerade mit Blick auf die Ressourcenknappheit sind auch Lösungen zu erarbeiten, die es erlauben, minderwertige, aber lokal verfügbare Stoffe und umweltkompatible Altstoffe nutzbringend und ohne Funktions- und Leistungseinbusse einzusetzen. Dies auch im Sinne von kurzen Transportwegen, aber immer unter der Prämisse guter Performance der Strasse auch in Bezug auf Anwohner und Umgebung. Selbstverständlich darf dabei die Strasse nicht zur Abfallbeseitigung missbraucht werden. All diese Lösungen sind hinsichtlich ihrer Klimaneutralität ganzheitlich zu bewerten, einschliesslich möglicher Folgen bei Umnutzung und Rückbau.

### Alternative Bindemittel und Baustoffkomponenten

Im Sinne einer weitestgehenden Dekarbonisierung muss die Entwicklung von Bitumenalternativen aus biogenen Ausgangsstoffen, die keine Konkurrenz zur Ernährung darstellen, aber u.U. durchaus biogenen Abfall einschliessen können, forschungsseitig weiter gefördert und vorangetrieben werden. Parallel dazu ist die Entwicklung alternativer, d.h. erdölunabhängiger, Bindemittel zu verfolgen, die mit möglichst minimalem Energieeinsatz und ge-

Par ailleurs, au vu de la raréfaction des ressources, il faut aussi mettre au point des solutions qui permettront d'utiliser, de façon bénéfique et sans baisse de fonctionnalité ni de performance, des matériaux de moindre valeur mais disponibles localement ainsi que des matériaux usagés écologiques. Le but est également de limiter la longueur des trajets, mais en gardant toujours à l'esprit les critères de performance des routes, y compris à l'égard des riverains et de l'environnement. Il va de soi que la route n'a pas vocation à devenir un moyen détourné d'éliminer les déchets. C'est pourquoi toutes ces solutions doivent être examinées dans leur globalité sous l'angle de la neutralité climatique, ce qui inclut la prise en compte des éventuelles conséquences d'un changement d'affectation ou d'un démantèlement.

### Liants et composants de matériaux de construction alternatifs

Dans une optique de décarbonisation maximale, la recherche doit continuer de promouvoir et d'encourager le développement d'alternatives au bitume issues de matières premières biogènes qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation, mais peuvent tout à fait inclure les déchets biogènes. En parallèle, il conviendra de chercher à développer des liants

ringen Emissionen im Hinblick auf Ausgangsstoffe und Produktionsprozesse hergestellt werden können. Idealerweise ist nach kostengünstigen Bindemitteln zu suchen, die CO<sub>2</sub> binden und zur Minimierung von Mikroplastik beitragen. Wesentlich bei diesen Anstrengungen muss aber hinsichtlich Klimaneutralität sein, dass die Rezyklierbarkeit von Strassenbelägen erhalten oder energieminimiert sogar verbessert wird. Die Forschung muss sich zudem schon jetzt auf alternative Baustoffkomponenten fokussieren, welche die Eigenschaften von Strassenbelägen derart verändern, dass eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit erreicht wird und gleichzeitig weitere zukunftsfähige Neuerungen möglich bleiben und vorangetrieben werden – beispielsweise deren multifunktionale Nutzung, die Solarenergiegewinnung oder die Vermeidung städtischer Hitzeinseln (sog. «Urban-Heat-Island(UHI)-Effekt»).

### Baustoffe und Bautechnik

Ein weiteres wichtiges Forschungsgebiet, welches direkt im Zusammenhang mit einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Verbrauchs und der Einsparung von Energie steht, ist die Entwicklung industrialisierter, effizienterer und witterungsunabhängiger Produktions-, Belagseinbau- und Rückbautechniken. Die heutigen Möglichkeiten der Robotik sind in diesem Bereich bei Weitem noch nicht ausgeschöpft und im Hinblick auf die Beeinflussung der Baustoffeigenschaften und die Möglichkeiten der Verwendung neuer Baustoffkonfigurationen (z.B. 3D-Druck) noch wenig erforscht.

Um die Wirksamkeit der angesprochenen Forschung ausreichend beurteilen zu können, ist jeweils eine umfassende praxisnahe Validierung und Bewertung über den ganzen Lebenszyklus bzw. darüber hinaus auf technischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Ebene durchzuführen (idealerweise unterstützt durch Langzeitmonitoring entsprechender Versuchsstrecken). Die Projekte sind daher zeitlich, technisch und finanziell so zu planen, dass nach Möglichkeit die notwendigen Daten zur ganzheitlichen Abschätzung der Klimaneutralität geliefert werden, um Fehlentscheidungen zu vermeiden.

alternatifs – c'est-à-dire sans hydrocarbures – pouvant être produits avec le moins d'énergie et d'émissions possible tant au niveau des matières premières que des processus de production. Dans l'idéal, il faut chercher à produire des liants économiques qui fixent le CO<sub>2</sub> et contribuent à la réduction des microplastiques. Dans une logique de neutralité climatique, il convient cependant de veiller aussi à maintenir la capacité de recyclage des revêtements routiers, voire à l'améliorer du point de vue de la consommation énergétique. De plus, la recherche doit se concentrer dès à présent sur des matériaux de construction alternatifs qui modifieront les propriétés des revêtements routiers de façon à obtenir une meilleure performance et une plus grande longévité tout en ouvrant la voie aux innovations futures, par exemple l'utilisation multifonctionnelle des routes, la production d'énergie solaire ou la prévention de l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU).

### Matériaux et techniques de construction

Un autre secteur de recherche essentiel, directement lié à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et aux économies d'énergie, est le développement de techniques de production, de revêtement et de démantèlement industrialisées, plus efficaces et indépendantes de la météo. Dans ce domaine, les possibilités offertes par la robotique sont encore loin d'être pleinement exploitées et, en ce qui concerne l'impact sur les propriétés des matériaux et les possibilités d'utilisation de nouvelles configurations de matériaux (par ex. l'impression 3D), insuffisamment explorées.

Afin de pouvoir évaluer correctement l'efficacité de ces recherches, il faut procéder à une validation et à une évaluation pratiques complètes sur l'ensemble du cycle de vie et au-delà, sur le plan technique, économique, écologique et social (basées si possible sur une surveillance à long terme des tronçons d'essai correspondants). De ce fait, les projets doivent être planifiés – en termes de délais, de technique et de budget – de telle sorte que les données nécessaires à l'évaluation globale de la neutralité climatique puissent être fournies au besoin pour éviter les mauvaises décisions.