



Das Sammelwerk

30. internationale Konferenz ČKAIT

Stadttechnik Karlsbader Region

Stadt und Kreislaufwirtschaft

2. 10. 2026

Kaiserbad (Císařské lázně), Karlovy Vary



Veranstalter der Konferenz

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
(ČKAIT)



Mitveranstalter

Český svaz stavebních inženýrů (ČSSI)



Slovenská komora stavebných inžinierov (SKSI)



Bayerische Ingenieurekammer Bau



Brandenburgische Ingenieurkammer



Ingenieurkammer Sachsen



Ingenieurkammer Thüringen



Partner

Fakulta stavební VŠB – Technická univerzita
Ostrava



Fakulta stavební VUT v Brně





Auspizien und Unterstützung

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR (MMR)



Ministerstvo
pro místní rozvoj

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR (MPO)



Ministerstvo
průmyslu a obchodu

Ministerstvo životního prostředí ČR (MŽP)



Ministerstvo
životního prostředí

Ústav územního rozvoje



ÚSTAV
ÚZEMNÍHO
ROZVOJE

Asociace krajů České republiky



ASOCIACE KRAJŮ
ČESKÉ REPUBLIKY

Karlovarský kraj



Karlovarský
kraj

Statutární město Karlovy Vary

Karlovy VARY°

Svaz měst a obcí České republiky



SVAZ MĚST A OBCÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Inhalt

Das Vorwort.....	6
Vorgespannter Granit als Beitrag zu einer kreislauffähigen städtischen Infrastruktur	8
Strasse aus Zigarettenkippen – Kreislaufwirt-schaft in der Strassenverwaltung der Sebster-waltungsregion Bratislava.....	10
Die Anwendung der Kreislaufwirtschaft am Beispiel von Recyclingbeton – Warum lässt sich das „Cradle to Cradle“ Prinzip so schwer in der Praxis umsetzen?	16
Der Stroh-Hybrid-Stein – ein zukunftsfähiges Wandbaumaterial	18
Kreislaufwirtschaft in einer kleinstadt – zwei beispiele aus Havlíčkův Brod	20
Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung als Grundlage für den Klimaschutz.....	26
Nachhaltige Lösungen für bulgarische Städte durch effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen	28
Asbestbelastete Straßenbeläge in Ungarn – Bestandsaufnahme, Risikoma-nagement und technische Lösungsansätze	34





TAGESORDNUNG

▪ Begrüßung und Vorstellung der Ehrengäste der Konferenz

Dipl.-Ing. Adam Vokurka, Ph.D., Vorsitzender des Zulassungsrates von ČKAIT

▪ Begrüßung und Eröffnungsrede

Dipl.-Ing. Robert Špalek, Vorsitzender von ČKAIT; doc. Dipl.- Ing.et Ing. František Kuda, CSc., Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Konferenz

▪ Wie lassen sich die Auflagen zur Wiederverwertung in der Praxis umsetzen?

Mgr. Radka Vladyková, Geschäftsführerin des Städte- und Gemeindeverbandes

▪ Das neue Baugesetz und Vorbereitung der Durchführungsbestimmungen

Mgr. Martin Daněk, Oberdirektor der Abteilung für Baurecht und IT, Ministerium für Regionalentwicklung

▪ Stadt und Kreislaufwirtschaft: Vom linearen Verbrauch hin zu einer nachhaltigen städtischen Infrastruktur

Dipl.-Ing. Pavlína Kulhánková, Leiterin des Referats für Industrieökologie, Ministerium für Industrie und Handel

▪ Vorgespannter Granit als Beitrag zu einer kreislauffähigen städtischen Infrastruktur

Dipl.-Ing. Georg Kusser, MBA, Geschäftsführer Kusser Granitwerke GmbH

▪ Straße aus Zigarettenskippen – Kreislaufwirtschaft in der Straßenverwaltung der Selbstverwaltungsregion Bratislava

Dipl.-Ing. Martin Samek, Technischer Leiter SC BSK (Straßenverwaltung der Selbstverwaltungsregion Bratislava)

▪ Die Anwendung der Kreislaufwirtschaft am Beispiel von Recyclingbeton – Warum lässt sich das „Cradle to Cradle“ Prinzip so schwer in der Praxis umsetzen?

prof. Dr. Dirk Hinkel, Duale Hochschule Sachsen, Staatliche Studienakademie Glauchau

▪ Der Stroh-Hybrid-Stein ein zukunftsfähiges Wandbaumaterial

Dr.-Ing. Katrin Linne, Bauhausuniversität Weimar

▪ Kreislaufwirtschaft in einer Kleinstadt – zwei Beispiele aus Havlíčkův Brod

Bc. Libor Honzárek, stellvertretender Bürgermeister von Havlíčkův Brod, Mitglied des Vorstands von ČKAIT, Vorsitzender des Vereins der historischen Ortschaften in Böhmen, Mähren und Schlesien; Dipl.-Ing. Renata Horáčková, Umweltamt der Stadt Havlíčkův Brod, Leiterin des Bereichs Abfallwirtschaft

▪ Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung als Grundlage für den Klimaschutz

Dipl.-Ing. Lutz Peter Nethe, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Abgasanlagen in genehmigungsbedürftigen Anlagen gemäß BImSchV

▪ Nicht zerstören. Durchdenken. Den Wert wiederherstellen. Dębowy Młyn – das Konzept der zirkulären Revitalisierung

Dipl.-Ing. Piotr Chmura, Polnische Ingenieurkammer (Gast V4)

▪ Asbestbelastete Straßenbeläge in Ungarn – Bestandsaufnahme, Risikomanagement und technische Lösungsansätze

Ernő Wagner, Bauingenieur, gerichtlicher Sachverständiger (Gast V4); Dr. Ákos Török, Ingenieur im Fachgebiet Geotechnik, Universitätsprofessor und Leiter des Instituts, Korrespondierendes Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften; Dr. János Szendefy, Bauingenieur, Universitätsdozent

▪ Kreislaufwirtschaft und Stadttechnik – nachhaltige Lösungen für bulgarische Städte durch effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen und Nutzung erneuerbarer Energiequellen

Dipl.-Ing. Rumen Ivanov, Bulgarische Ingenieurkammer



▪ **Abschluss der Konferenz**

doc. Dipl.-Ing. et Ing. František Kuda, CSc., Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Konferenz



AS VORWORT

Verehrte Kolleginnen und Kollegen,

die Tatsache, dass die Konferenz in diesem Jahr bereits zum dreißigsten Mal stattfindet, zeigt, dass das Thema der Stadttechnik nach wie vor sehr aktuell ist – vielleicht heute sogar mehr denn je, und zwar in unserem Land, in der Slowakei, in den deutschen Bundesländern und auch anderswo. Die Rolle des Stadttechnikers – einer Fachkraft mit technischem, organisatorischem, wirtschaftlichem und ökologischem Hintergrund – wird in Gemeinden und Städten immer noch unterschätzt. In den Kommunen fehlt es häufig an einer Planung, die nicht nur die technische und verkehrstechnische Infrastruktur der Stadt, sondern auch ökologische Aspekte im Hinblick auf deren zukünftige Entwicklung berücksichtigt. Gerade diese Konferenz beleuchtet für die Kommunalverwaltung relevante Möglichkeiten und Themen.

In diesem Jahr wird das Thema „Stadt und Kreislaufwirtschaft“ behandelt. Wie lässt sich die Kreislaufwirtschaft in einer Stadt oder Gemeinde unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung gestalten? Welche Möglichkeiten gibt es? Die Referenten haben diese Themen untersucht und werden den Konferenzteilnehmern die Ergebnisse ihrer Arbeit vorstellen. Die Kreislaufwirtschaft ist eine Möglichkeit, die Ziele der nachhaltigen Entwicklung in die Praxis umzusetzen. Die Kreislaufwirtschaft hat sich in vielen Politikbereichen der europäischen Staaten zu einem der Schlüsselkonzepte entwickelt. Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft beruht auf zwei Stoffkreisläufen: dem organischen, dessen Produkte durch natürliche Prozesse leicht abgebaut werden können, und dem synthetischen, in dessen Rahmen Produkte ständig wiederverwendet werden, sich leicht aus organischen Bestandteilen extrahieren lassen und niemals „weggeworfen“ werden müssen.

Die diesjährige Konferenz hat nicht zum Ziel, Fragen zur künftigen Entwicklung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft in Städten zu beantworten, sondern versucht, den aktuellen Stand dieser Thematik sowie die derzeitigen Tendenzen auf staatlicher und lokaler Ebene zu erfassen und anhand einzelner Beispiele zu veranschaulichen, wie diese im Kontext der Siedlungsstruktur funktionieren. Außerdem wird versucht, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie man mit den Folgen bestimmter menschlicher Aktivitäten in Städten zurechtkommen kann. Dabei wird Schwerpunkt auf die Vermeidung von Abfall, die Wiederverwendung von Materialien, die Gewährleistung der Rohstoffsicherheit sowie die Beendigung der Deponierung und der Verschwendung von Rohstoffen im Einklang mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung gelegt.

Jede Stadt ist in vielerlei Hinsicht einzigartig – in kultureller und baulicher Hinsicht, hinsichtlich der Bevölkerungszusammensetzung, der Infrastruktur usw. Einer der wichtigen Aspekte ist auch die effiziente Nutzung von Rohstoffen und die Kreislaufwirtschaft. Eine Stadt gewinnt ihr Image, ihr Erscheinungsbild, auch durch die Art und Weise der biologischen und energetischen Verwertung von Abfällen als einem wichtigen stadtprägenden Element, das sich ständig weiterentwickelt und verändert – im Laufe der Jahreszeiten und natürlich im Laufe der Zeit. Diese Atmosphäre spiegelt sich besonders in öffentlichen Räumen wider, die durch ihr Alter ihre Lebendigkeit unter Beweis gestellt und die Jahrhunderte überstanden haben. Die Abfallwirtschaft ist ein wichtiger Bestandteil des menschlichen Lebens, sowohl im Hinblick auf die Gesundheit als auch auf das Wohlbefinden. Das städtische Umfeld und die Lebensweise wirken sich entscheidend auf die Lebensqualität der Einwohner aus. Die Gestaltung des öffentlichen Raums unter dem Gesichtspunkt des Recyclings hat einen entscheidenden Einfluß auf dessen Nutzbarkeit. Die mikroklimatischen Bedingungen spielen hier eine ebenso wichtige Rolle wie der gefühlsmäßige Aspekt. Der Grad der Nutzung eines bestimmten öffentlichen Raums ist ein guter Maßstab für dessen Qualität. Beispiele für gute und schlechte Umsetzungen können als Anregung für die Entwicklung neuer, innovativer Methoden und Ansätze dienen (Ökodesign, Ökobilanz, CO₂- und Wasser-Fußabdruck).



Auch in diesem Jahr übernimmt das Bildungs- und Informationszentrum der ČKAIT (SVI) wieder die organisatorische und technische Durchführung der Konferenz. Gemeinsam mit der Leiterin von SVI Dominika Mandíková und deren Kollegen haben wir eine Website der Konferenz sowohl in der tschechischen als auch in der deutschen Version erstellt. Diese sind unter mestske-inzenyrstvi.ckait.cz bzw. mestske-inzenyrstvi.ckait.cz/de verfügbar. Der Tagungsband der Konferenz steht gerade auf dieser Website zum kostenlosen Download bereit. Das Archiv der vergangenen Jahre wird nach und nach ergänzt und befindet sich auch dort.

Wir schätzen auch die Schirmherrschaft sehr, die der Minister für regionale Entwicklung, der Minister für Industrie und Handel, der Umweltminister, der Vorsitzende des Verbandes der Regionen der Tschechischen Republik, der Präsident der Region Karlovy Vary sowie die Bürgermeisterin der Stadt Karlovy Vary, der Direktor des Instituts für Raumordnung und der Vorsitzende des Verbandes der Städte und Gemeinden für die Konferenz übernommen haben.

doc. Ing. et Ing. František Kuda, CSc.

Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der Konferenz



VORGESPANNTER GRANIT ALS BEITRAG ZU EINER KREISLAUFFÄHIGEN STÄDTISCHEN INFRASTRUKTUR

Dipl.-Ing. Georg Kusser, MBA, Kusser Granitwerke GmbH, Aicha vorm Wald

Stadtentwicklung im Zeichen der Kreislaufwirtschaft

Die Transformation unserer Städte hin zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Infrastruktur verlangt neue Bewertungsmaßstäbe für Baustoffe und Bauweisen. Während sich Nachhaltigkeitsdiskussionen häufig auf den Energieverbrauch im Betrieb konzentrieren, entscheidet sich die ökologische Qualität eines Bauwerks bereits bei der Materialwahl. Herstellung, Nutzungsdauer, Instandhaltungsaufwand sowie die Möglichkeit des Rückbaus und der Wiederverwendung bestimmen maßgeblich die Umweltbilanz über den gesamten Lebenszyklus.

Gerade kommunale Infrastruktur muß über Jahrzehnte zuverlässig funktionieren und gleichzeitig wirtschaftlich bleiben. Dauerhaftigkeit, Reparaturfähigkeit und Kreislauffähigkeit werden deshalb zu zentralen Planungsparametern.

Naturstein als kreislauffähiger Baustoff

Naturstein besitzt Eigenschaften, die ihn für diese Anforderungen besonders geeignet machen. Im Gegensatz zu vielen industriell hergestellten Baustoffen wird Granit weder gebrannt noch chemisch verändert. Nach dem Abbau im Steinbruch erfolgt die Verarbeitung überwiegend mechanisch, wodurch energieintensive Prozeßschritte entfallen.

Noch bedeutender sind jedoch seine Eigenschaften während der Nutzung. Granit ist äußerst langlebig, frostbeständig, chemisch widerstandsfähig und nahezu wartungsfrei. Nach dem Rückbau kann das Material ohne Qualitätsverlust erneut verwendet oder sortenrein recycelt werden. Dadurch entsteht ein langfristiger Materialbestand, der den Grundgedanken der Kreislaufwirtschaft konsequent unterstützt.

Vorgespannte Granitbrücken

Ein besonders anschauliches Beispiel für dieses Materialkonzept sind vorgespannte Granitbrücken. Hier werden massive Granitsegmente mit hochfesten Spannstahllitzen dauerhaft zu einem tragenden Einfeldträger verbunden. Der Naturstein übernimmt gleichzeitig die Funktion des Tragwerks und der dauerhaft nutzbaren Oberfläche.

Dadurch entfallen zusätzliche Abdichtungen, Beschichtungen oder Beläge, die bei konventionellen Brückenkonstruktionen regelmäßig erneuert werden müssen. Spannweiten bis etwa 20 Metern lassen sich bei Bauhöhen zwischen etwa 15 und 50 Zentimetern realisieren. Bereits Bauhöhen von rund 15 Zentimetern ermöglichen Verkehrslasten von 5 kN/m².

Die geringe Konstruktionshöhe erleichtert barrierefreie Anschlüsse und reduziert häufig den Aufwand für Rampenanlagen. Gleichzeitig verbessert ein schlanker Überbau an Gewässerquerungen das Freibord und kann damit einen Beitrag zum Hochwasserschutz leisten. Die sandgestrahlte Granitoberfläche besitzt eine hohe Rutschhemmung und ist unmittelbar begeh und befahrbar.

Auch hinsichtlich der Klimabilanz ergeben sich Vorteile. Da zahlreiche wartungsintensive Schichten entfallen und Granit eine sehr hohe Nutzungsdauer erreicht, zeigen Lebenszyklusbetrachtungen gegenüber vergleichbaren Stahlbetonbrücken Einsparpotenziale von bis zu 70 Prozent der CO₂-Emissionen.

Die Fertigung erfolgt weitgehend industriell unter kontrollierten Bedingungen. Nach Prüfung der Rohblöcke werden die Segmente präzise bearbeitet, verklebt und vorgespannt. Auf der Baustelle beschränkt



sich die Montage im Wesentlichen auf das Herstellen der Widerlager, den Einhub der Brücke sowie das Vergießen der Lager. Dadurch können Bauzeiten und Eingriffe in den Verkehrsraum deutlich reduziert werden.

Mehr als 100 realisierte Bauwerke im In- und Ausland belegen die Praxistauglichkeit dieser Bauweise. Für Deutschland besteht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), wodurch eine sichere Grundlage für Planung und Bemessung geschaffen wurde.

Naturstein im öffentlichen Raum

Die gleichen materialtechnischen Vorteile gelten auch für Beläge, Brunnenanlagen und massive Freiraumelemente.

Natursteinbeläge besitzen aufgrund ihres geringen Verarbeitungsgrades eine günstige Ausgangsbilanz. Je nach Produktaufbau liegen veröffentlichte EPD-Werte für Granitbeläge im Bereich von etwa 14 bis 77 kg CO₂-Äquivalent pro Tonne. Massive Platten und Pflaster können über Jahrzehnte genutzt, bei Bedarf umgesetzt und später erneut eingebaut werden. Dadurch entsteht ein langfristiger Materialkreislauf ohne Qualitätsverlust.

Offen verfugte Natursteinbeläge unterstützen darüber hinaus Konzepte der Schwammstadt. Niederschlagswasser kann über Splittfugen versickern und im Unterbau zwischengespeichert werden. Gleichzeitig erwärmen sich helle Natursteinoberflächen in der Regel weniger stark als dunkle Asphaltflächen und können so zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen.

Auch bei Brunnenanlagen bietet eine massive Natursteinbauweise Vorteile. Während konventionelle Brunnen häufig aus mehreren Materialien mit Abdichtungen, Beschichtungen und Verkleidungen bestehen, reduziert eine monolithische Konstruktion die Anzahl potenzieller Schadstellen erheblich. Industriell vorgefertigte Granitmodule können bereits im Werk komplett montiert, verrohrt und auf Dichtigkeit geprüft werden. Die Montage vor Ort verkürzt sich dadurch erheblich.

Fazit

Die Kreislaufwirtschaft im Städtebau erfordert Baustoffe, die nicht nur geringe Herstellungsenergie aufweisen, sondern auch über lange Zeiträume nutzbar bleiben und sich ohne Qualitätsverlust wiederverwenden lassen.

Naturstein erfüllt diese Anforderungen in besonderem Maße. Seine hohe Dauerhaftigkeit, der geringe Instandhaltungsbedarf und die vollständige Kreislauffähigkeit ermöglichen Infrastruktur mit niedrigen Lebenszykluskosten und reduzierter Umweltbelastung. Vorgespannte Granitbrücken sowie massive Natursteinkonstruktionen für den öffentlichen Raum zeigen, dass traditionelle Materialien durch moderne Ingenieurtechnik einen wichtigen Beitrag zur klimaangepaßten und ressourcenschonenden Stadtentwicklung leisten können.



STRASSE AUS ZIGARETTENKIPPEN – KREISLAUFWIRTSCHAFT IN DER STRASSENVERWALTUNG DER SEBSTVERWALTUNGSREGION BRATISLAVA

Ing. Martin Samek, Technischer Leiter, Sprava ciest Bratislavského samosprávneho kraja (Straßenverwaltung der Selbstverwaltungsregion Bratislava), Slowakische Ingenieurkammer- Zertifizierter Bauaufsichtsbeauftragter, Mitglied des Vorstands der Fachsektion Verkehrsinfrastruktur

Vorwort: Abfall als Rohstoff – nicht nur Theorie

Die Straßenverwaltung der Selbstverwaltungsregion Bratislava (SCBSK) verwaltet ein umfangreiches Netz von Straßen und Brücken in der Region Bratislava. Dank eines systematischen Vorgehens konnten in den letzten Jahren mehr als 200 km Straßen saniert und 33 Brücken instandgesetzt werden. Dahinterstehen nicht nur Investitionsaktivitäten, sondern eine auch durchdachte Strategie – das zirkuläre Asset Management – ein System, das langfristige Vermögensplanung mit ökologischer Verantwortung und dem Prinzip „Value for Money“ verbindet.

In der gängigen Praxis des Straßenbaus wird eine beschädigte Fahrbahn als Abfall betrachtet – sie wird abgefräst, auf eine Deponie oder zu einem Recyclinghof gebracht und durch neues Material ersetzt. Diese Vorgehensweise wird von der SCBSK systematisch unbewertet. Alter Asphalt, Zigarettenfilter, industrielle Abfälle – all das kann zu einem Rohstoff mit einer bestimmten Funktion werden, wenn der Wille und das Know-how für dessen Nutzung da sind.

Dieser Beitrag befasst sich mit einem konkreten Fall: einem Pilotprojekt zur Verwendung von recycelten Fasern aus Zigarettenkippen (Reneso Fibers) als Zusatzstoff für das SMA-Mischgut auf der Straße II/121 in Malinovo. Das Projekt verdeutlicht, dass die öffentliche Verwaltung nicht nur ein passiver Empfänger innovativer Lösungen, sondern auch deren aktiver Initiator und Verifizierer sein kann.

Zigarettenkippen – ein globales Problem mit einer lokalen Lösung

Zigarettenkippen sind laut mehreren Studien die weltweit am häufigsten vorkommende Art von Kleinmüll. Sie enthalten Mikroplastik (Celluloseacetat), giftige Stoffe und Schwermetalle, die bei unsachgemäßer Entsorgung den Boden und die Wasserressourcen kontaminieren. Dessenungeachtet werden sie bislang überwiegend durch Deponierung oder Verbrennung – also im Sinne einer linearen Wirtschaft – entsorgt.

Entstehung und Entwicklung der Reneso-Technologie

Das Unternehmen Reneso, s.r.o. entstand aus einer Frage, die sich der 19-jährige Hugo Repáš im Jahr 2019 stellte: „Was wäre, wenn man aus Zigarettenabfällen Straßen bauen könnte?“ In Zusammenarbeit mit STRABAG und der akademischen Forschung entstand eine patentierte Technologie zur Verarbeitung von Tabakabfällen zu Zellulosefasern – das Reneso Fibers-Produkt.

Das technologische Verfahren besteht aus der mechanischen Trennung der Filter vom Tabak, der Reinigung, der Trocknung und der Aufbereitung zu Fasern mit festgelegten Parametern. Aus einer Tonne Zigarettenabfällen entsteht gebrauchsfähiger Baustoff. Reneso verfügt heute über eine Zertifizierung gemäß den Normen der Asphaltindustrie (EN 13108), eine Umweltproduktdeklaration (EN 15804 + A2 / ISO 14025) und eine EcoVadis-Platin-Bewertung (unter den besten 1 % der bewerteten Unternehmen, Dezember 2025).

Die durch Untersuchungen der Technischen Universität Prag (ČVUT) nachgewiesenen wichtigsten technischen Parameter bestätigen, dass SMA-Mischungen mit Reneso Fibers im Vergleich zu herkömmlichen

Mischungen eine deutlich höhere Bruchenergie (J/m^2) und Bruchzähigkeit ($\text{N/mm}^{3/2}$) aufweisen, was in der Praxis eine höhere Beständigkeit gegen Rissausbreitung bedeutet.



Abb. 1 Drei Phasen der Verarbeitung von Tabakabfällen: rohe Tabakschnitzel, Zwischenprodukt und Reneso-Fibers (Fasern) als Endprodukt. Bild: SCBSK

Das Projekt auf der Straße II/121 Malinovo – Umsetzung aus Sicht des Straßenverwalters

Hintergrund und Motivation

Im Jahr 2025 war die SCBSK die erste regionale Straßenbaubehörde in der Slowakei, die Reneso-Fibers-Technologie in ein reales Straßenbauprojekt größeren Umfangs integrierte. Die Motivation lag nicht nur in der technischen Innovation, sondern auch in der strategischen Verankerung des Prinzips, mit dem SCBSK seine Verwaltungsphilosophie definiert: Effizienz – Umweltfreundlichkeit – Wirtschaftliche Nachhaltigkeit.

Die Straße II/121 im Ortsgebiet von Malinovo (Landkreis Senec) wurde als geeigneter Kandidat für die Erprobung der Technologie unter realen Betriebsbedingungen im städtischen und vorstädtischen Straßennetz ausgewählt.

Grundlegende Parameter des Projektes

- Datum der Umsetzung: 27. Oktober 2025
- Standort: Straße II/121, Ortsgebiet von Malinovo, Landkreis Senec, Region Bratislava
- Menge von Reneso Fibers: 1 Tonne recyceltes Material $\approx$ 2 Millionen verarbeitete Zigarettenskippen und Tabakfüllungen
- Funktion: Ersatz für Zellulose in der SMA-Mischung – Bindemittelstabilisator, Verhinderung des Abfließens von Asphalt
- ausführendes Unternehmen: STRABAG, a.s.
- Fachliche Aufsicht: SCBSK in Zusammenarbeit mit der Universität Žilina

Technologisches Prinzip – SMA mit Reneso Fibers-Stabilisator

SMA-Mischungen (Splittmastixasphalt) werden standardmäßig für Deckschichten von Straßen mit höherer Verkehrsbelastung verwendet. Die Mischungen zeichnen sich durch ein grobkörniges Gerüst aus zerkleinertem Gesteinsmaterial und einen hohen Asphaltanteil aus, der die Zwischenräume ausfüllt. Ein unverzichtbarer Bestandteil der Mischung ist ein Bindemittelstabilisator, in der Regel handelsübliche

Zellulose, der verhindert, dass der Asphalt während des Mischens, des Transports und des Einbaus bei hohen Temperaturen abläuft.

Reneso Fibers ersetzt Zellulose in dieser Funktion. Fasern aus recycelten Filtern weisen vergleichbare physikalische Eigenschaften auf (Aufnahmefähigkeit von Asphaltbindemittel, Faserlänge, Temperaturstabilität), wobei sie ausschließlich aus Abfallmaterial stammen. Das Mischgut entspricht somit technisch gesehen den Anforderungen der Norm, dessen ökologischer Fußabdruck unterscheidet sich jedoch grundlegend.

Umsetzung des Projektes und Rolle von SCBSK

SCBSK hat sich aktiv an dem Projekt beteiligt – nicht nur als Bauherr und Betreiber der Verkehrsinfrastruktur, sondern auch als Partner für die fachliche Überwachung der Umsetzung und des Monitorings. Die Zusammenarbeit mit der Universität Žilina hat die wissenschaftliche Grundlage für die Untersuchung des Verhaltens des Mischguts unter realen Belastungsbedingungen geschaffen.



Abb. 2 Ing. Martin Samek (SCBSK) und Hugo Repán (Reneso) bei der Besichtigung der Materialmuster am Tag des Einbaus, Malinovo, 27. 10. 2025. Bild: SCBSK

Der Einbau der Asphaltmischung erfolgte nach dem üblichen technologischen Verfahren, ohne dass eine Anpassung der Mischanlage oder eine Änderung des Arbeitsablaufs erforderlich war. Diese technologische Kompatibilität ist aus Sicht des Straßenverwalters ein wesentlicher Faktor bei der Entscheidung über die Einführung der Technologie – sie macht keine Investitionen in zusätzliche Ausrüstung erforderlich.

Der Pilotabschnitt wird einer Langzeitüberwachung unterzogen, wodurch Daten über das tatsächliche Verhalten der Fahrbahn mit Reneso Fibers unter den Bedingungen des Stadtverkehrsnetzes von Bratislava gewonnen werden – einschließlich saisonaler Temperaturschwankungen und der Belastung durch den integrierten Nahverkehr von Bratislava (BID – Vorortbusverkehr) sowie den Lieferverkehr.



Abb. 3 Asphaltfertiger STRABAG Super 1800-3i beim Einbau von SMA-Mischgut mit Reneso Fibers-Zusatzstoff, Straße II/121 Malinovo, 27. 10. 2025. Bild: SCBSK



Abb. 4 Detail vom Einbau des SMA-Mischguts mit Reneso Fibers – im Hintergrund fährt ein ÖPNV-Bus durch die Gemeinde Malinovo. Bild: SCBSK



Abb. 5 Gesamtansicht des sanierten Abschnitts der Straße II/121 in Malinovo während der Verdichtung der SMA-Mischung. Bild: SCBSK

Zirkuläres Asset Management SCBSK – die Strategie hinter dem Projekt

Das Projekt in Malinovo ist keine Einzelmaßnahme. Es ist Teil eines systematischen Ansatzes der SCBSK, die mehrere Bereiche miteinander verbindet:

- **Datengestützte Entscheidungsfindung:** Die Fahrbahnuntersuchung (FWD-Messungen, Kernbohrungen, Erfassung von Mängeln gemäß TP 083) bildet die Grundlage für die Auswahl der optimalen Technologie und verhindert überdimensionierte Reparaturen.
- **Materialrecycling vor Ort:** Die Technologie des Kaltrecyclings vor Ort (z. B. an der Straße III/1062 in Tomášov) ermöglicht eine 100-prozentige Verwertung des ursprünglichen Asphaltmaterials ohne Abtransport und Deponierung.
- **Verwendung von zirkulären Inhaltsstoffen:** Das Reneso Fibers-Projekt eröffnet eine neue Dimension, in der Abfall aus einer anderen Branche (der Tabakindustrie) als Rohstoff im Straßenbau zum Einsatz kommt.
- **Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und der Industrie:** Die Partnerschaft mit der Universität Žilina und privaten Unternehmen (Reneso, STRABAG) ermöglicht die Erprobung von Innovationen unter realen Bedingungen.

Die Verknüpfung dieser Elemente schafft ein Straßenverwaltungskonzept, das nicht von einer einzigen Technologie abhängig ist, sondern das Kreislaufprinzip auf mehreren Ebenen anwendet – von der Planung über die Umsetzung bis hin zur Überwachung.



Ökologische und wirtschaftliche Vorteile

Aus Sicht der Umweltverträglichkeitsprüfung bietet das Projekt „Reneso Fibers“ mehrere messbare Effekte:

- Eliminierung von gefährlichen Abfällen: Zigarettenkippen enthalten giftige Stoffe (Nikotin, Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe). Durch ihre Umwandlung in Baumaterial anstelle der Deponierung oder Verbrennung wird die Umweltbelastung verringert.
- Einsparung von Primärrohstoffen: Der Ersatz von handelsüblicher Zellulose (aus Holz) durch recycelte Fasern senkt die Nachfrage nach Primärrohstoffen.
- Schließen der Materialflüsse: Tabakabfälle, die bislang keine sinnvolle Verwertung fanden, werden nun als funktionaler Bestandteil in der Bauindustrie eingesetzt – ein Beispiel für echte branchenübergreifende Kreislaufwirtschaft.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind Skalierbarkeit und technologische Kompatibilität mit bestehenden Produktionsprozessen eine entscheidende Voraussetzung. Wenn Reneso Fibers die Standards der Asphaltindustrie erfüllt (was sowohl durch Labortests als auch durch realisierte Referenzprojekte in der Slowakei und in Tschechien bestätigt wird) und keine Investitionen in neue Anlagen erfordert, ist das Potenzial für eine breitere Anwendung im Bereich Straßenbau realistisch.

Zusammenfassung

Das Projekt des Pilotabschnitts an der Straße II/121 in Malinovo ist ein konkreter Beweis dafür, dass die Kreislaufwirtschaft im Straßenbau nicht nur ein akademisches Konzept ist. Die öffentliche Verwaltung – der Straßenverwalter – kann ein aktiver Akteur sein, der innovative Lösungen nicht nur annimmt, sondern auch testet, verifiziert und verbreitet.

Durch die Verknüpfung von diagnostisch fundiertem Asset Management, wissenschaftlicher Zusammenarbeit und innovativen Materiallösungen weist SCBSK einen Weg, der auch für andere Straßenverwalter im tschechisch-slowakisch-deutschen Raum als Inspiration dienen kann. Die Ergebnisse der Langzeitüberwachung des Pilotabschnitts werden eine wichtige Grundlage für die mögliche Aufnahme der Technologie in die standardmäßige Projektpraxis bilden.

Der Autor bedankt sich beim Team der Straßenverwaltung der Selbstverwaltungsregion Bratislava sowie der Reneso, s.r.o. und der STRABAG, a.s. für die fachliche Unterstützung.

Literaturverzeichnis

- [1] RENESO, s.r.o. 2025. Pressemitteilung: Inovatívna technológia zo Slovenska – Reneso a BSK využijú v asfalte vlákna z recyklovaných ohorkov a tabakových naplní (Innovative Technologie aus der Slowakei – Reneso und BSK werden Fasern aus recycelten Zigarettenkippen und Tabakfüllstoffen im Asphalt einsetzen). Bratislava, Oktober 2025.
- [2] TU Prag. 2024. Výzkum asfaltových směsí SMA s přísadou Reneso Fibers – porovnání lomové energie a lomové houžnatosti (Untersuchung von SMA-Mischungen mit Reneso Fibers-Zusatz – Vergleich der Bruchenergie und der Bruchzähigkeit). Interner Forschungsbericht.
- [3] Verkehrsministerium der Slowakischen Republik. TP 083 Katalóg porúch asfaltových vozoviek (Katalog der Schäden an Asphaltfahrbahnen). Bratislava.
- [4] Europäische Kommission. 2020. Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. COM (2020) 98 final. Brüssel.
- [5] STN EN 13108-5. 2016. Asfaltové zmesi – Špecifikácie materiálov (Asphaltemischungen – Materialspezifikationen) - Teil 5: Stone Mastic Asphalt.
- [6] SCBSK. 2025. Interná správa o realizácii pilotného úseku cesty II/121 Malinovo (Interner Bericht über die Umsetzung des Pilotabschnitts der Straße II/121 Malinovo). Bratislava.

DIE ANWENDUNG DER KREISLAUFWIRTSCHAFT AM BEISPIEL VON RECYCLINGBETON – WARUM LÄSST SICH DAS „CRADLE TO CRADLE“ PRINZIP SO SCHWER IN DER PRAXIS UMSETZEN?

Prof. Dr. Dirk Hinkel, Duale Hochschule Sachsen, Staatliche Studienakademie Glauchau

Ein Merkmal der Baubranche ist die intensive Ressourcennutzung. Traditionell herrschte ein „lineares“ Denken“, d.h. es wird sich zunächst auf die Nutzung der Ressourcen und erst viel später auf die „fachgerechte“ Entsorgung konzentriert. Neue Anforderungen an die Abfallwirtschaft auch in Verbindung mit der Reduktion von Treibhausgasemissionen und damit die Forderung eines nachhaltigen Ressourceneinsatzes lassen dieses Konzept aber als nicht mehr zeitgemäß erscheinen.

Nachhaltigkeit erfordert ein Umdenken: zirkuläres Bauen sollte lineare Ressourcennutzungskonzepte ersetzen. Ein grundlegender Ansatz wurde von Braungart und McDonough bereits in den 90er Jahren entwickelt. Das „Cradle to Cradle“ Prinzip gilt als Grundlage der modernen Kreislaufwirtschaft. Dabei steht dem klassischen biologischen Kreislauf ein technischer Kreislauf gegenüber (vgl. Abbildung 1), bei den Ressourcen, in der Regel bezeichnet als Nährstoffe, zirkulieren.

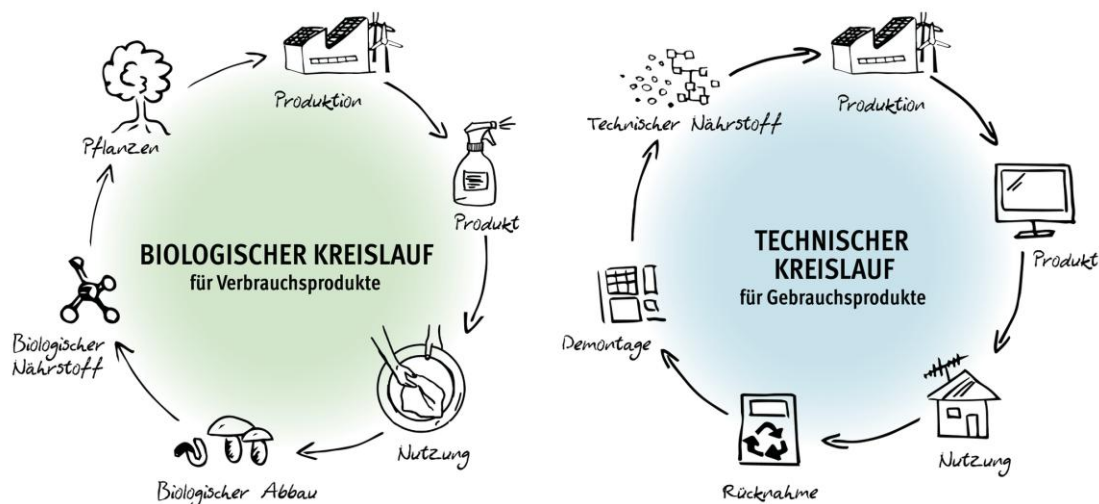


Abb. 1 Das Cradle to Cradle Prinzip® nach Braungart und McDonough (Quelle: <https://www.epea.com/ueber-uns/cradle-to-cradle>, Abruf am 21.05.26)

Der Logik des technischen Kreislaufes folgend kann in der Baubranche unter anderem Recyclingbeton eingesetzt werden.

Recyclingbeton wird unter Verwendung rezyklierte mineralischer Baustoffe hergestellt, d.h. bei der Herstellung von Beton wird ein Teil der primären Gesteinskörnung durch sog. „Sekundärmaterial“ ersetzt. Es werden zwei Typen rezyklierte Baustoffe unterschieden:

- Typ 1 „Betonspplitt“ besteht zu mindestens 90 Masseprozent aus Beton bzw. Naturstein.
- Typ 2 „Bauwerkssplitt“ enthält mindestens 70 Masseprozent Beton bzw. Naturstein und darüber hinaus bis höchstens 30 Masseprozent Ziegel oder Kalksandstein.¹

¹ Vgl. zur stofflichen Zusammensetzung rezyklierter Gesteinskörnung im Detail Zement-Merkblatt Betontechnik B30 02/2026, S.2 i.V.m. DIN 10452 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton

Entsprechend resultiert der Einsatz von Recyc-lingbeton unter Verwendung von Typ 1 auch in tragenden, beanspruchten Bauteilen.

Analysiert man zunächst Verwertungsquoten von Betonabfällen, dann lassen sich innerhalb der EU aber auch weltweit relativ hohe Wiederverwertungsquoten der Bau – und Abbruchabfälle feststellen (zum Beispiel EU: über 90 %, USA: 76 %, Australien 77 %).² Diese Quoten suggerieren, dass in der Bau-branchen bereits nachhaltige Stoffkreisläufe existieren.

In einer ersten Annäherung an das Thema ist der Stoffkreislauf von Beton näher zu betrachten. Dabei fällt auf, wie in Abbildung 2 dargestellt, dass der Kreislauf von Beton nicht geschlossen ist.

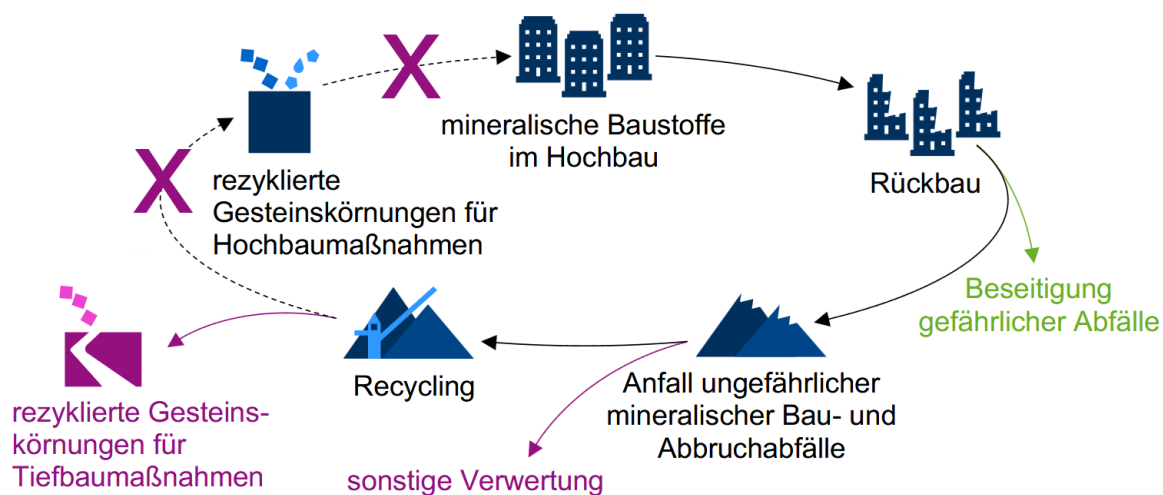


Abb. 2 Unterbrechungen im Stoffkreislauf, Quelle: Franz, B.: Einsatz mineralischer Recycling-Baustoffe, S. 26.

In den offiziellen Statistiken der Wiederverwertungsquoten für Betonabfälle werden diese Unterbrechungen des Stoffkreislaufes nicht näher betrachtet. Aus Berechnungen geht hingegen hervor, dass Beton- und Ziegelabfälle fast nie im klassischen Kreislauf verbleiben, d.h. in Form von Recyclingbeton wiederverwendet werden.³

Sowohl für die Bemessung und Konstruktion als auch für die Herstellung, Verarbeitung und den Einbau von Recyclingbeton existieren umfangreiche Regelungen und Normen, die unter Beachtung der technischen Besonderheiten die Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen beschreiben.⁴ Insofern sollten eigentlich keine Barrieren bestehen, die eine umfangreichere Anwendung des Recyclingbetons verhindern.

Warum ist dann aber der Anteil neuer Gebäude unter Verwendung von Recyclingbeton so gering? Mit dieser Frage setzt sich der Fachvortrag auseinander. Anhand ausgewählter Beispiele wird analysiert, warum der Einsatz von Recyclingbeton nach wie vor eine Ausnahme darstellt. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen diese Diskrepanz insbesondere für öffentliche Bauvorhaben in Sachsen auf. Darüber hinaus wird auf Untersuchungen eines Transportbetonherstellers eingegangen, um so die Barrieren für den Einsatz von Recyclingbeton zu analysieren und Möglichkeiten einer besseren Marktdurchdringung aufzuzeigen.

² Vgl. z.B. Franz, B.: Einsatz mineralischer Recycling-Baustoffe, S. 23 ff. und die dort angegebene Literatur

³ Vgl. Franz, B.: Einsatz mineralischer Recycling-Baustoffe, S. 21f.

⁴ Vgl. z.B. zur Übersicht der Regelwerke Zement-Merkblatt Betontechnik B30 02/2026, S.2 f. und Holcim AG, Technische und normative Grundlagen des Recyclingbetons, Zürich 2025, S. 2 f.



DER STROH-HYBRID-STEIN – EIN ZUKUNFTSFÄHIGES WANDBAUMATERIAL

Dr.-Ing. Katrin Linne, Bauhausuniversität Weimar

Einleitung

Der Gebäudesektor zählt zu den ressourcen- und emissionsintensivsten Handlungsfeldern bei der Bewältigung der Klimakrise. Ein erheblicher Anteil der gebäudebezogenen Treibhausgasemissionen entsteht bereits in der Rohstoffgewinnung, der Materialherstellung und dem Transport. Vor diesem Hintergrund gewinnen biobasierte Baustoffe aus regional verfügbaren Rest- und Nebenströmen an Bedeutung. Stroh ist hierfür besonders geeignet, da es in großen Mengen als landwirtschaftlicher Reststoff anfällt, schnell nachwächst und eine günstige Umweltbilanz aufweist.

Der konventionelle Strohballenbau besitzt zwar ökologische Vorteile, ist jedoch hinsichtlich Druckfestigkeit, Steifigkeit, Formstabilität und Maßhaltigkeit begrenzt. Diese Restriktionen erschweren eine standardisierte tragende Anwendung. Der Stroh-Hybrid-Stein (SHS) wurde entwickelt, um die ökologischen Potenziale von Stroh mit verbesserten konstruktiven Eigenschaften zu verbinden.

Material und Methoden

Der SHS besteht aus zerkleinertem Weizenstroh, getrockneten Holzspänen und Lignin als biogenem Bindemittel. Wasser dient zur Einstellung der Prozessfeuchte. Die Ausgangsstoffe wurden homogen gemischt, lagenweise in eine Form eingebracht, mechanisch verdichtet und anschließend thermisch bei unter 200 °C über zwei Stunden konsolidiert. Die Prüfkörper wurden als Würfel mit 150 mm Kantenlänge hergestellt und bis zur Ausgleichsfeuchte getrocknet. Die erzielte Trockenrohddichte lag bei etwa 450 kg/m³.

Die mechanische Charakterisierung erfolgte durch einaxiale Druckversuche in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02. Ergänzend wurden die Proben nach der Prüfung aufgesägt, um Homogenität, Porosität, Verdichtungsverteilung und makroskopische Rissbildung zu bewerten. Zur ersten ökologischen Einordnung wurde zudem eine Screening-Lebenszyklusanalyse für die Module A1–A3 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Prüfungen zeigen eine deutliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften gegenüber konventionellen Strohballen. Der SHS erreicht einen Anstieg der elastischen Geraden von etwa 20 N/mm² und damit eine im Literaturvergleich stark erhöhte Steifigkeit. Bei 5 % Dehnung wurde eine Druckspannung von 0,80 N/mm² gemessen, was ebenfalls deutlich über berichteten Werten tragender Strohballen liegt. Darüber hinaus zeigten die Prüfkörper nach Entlastung eine weitgehende Rückkehr in ihre Ausgangsform, was auf ein überwiegend elastisches Verhalten im untersuchten Lastbereich hinweist.

Die aufgesägten Proben belegen eine insgesamt homogene Materialverteilung ohne ausgeprägte Fehlstellen oder makroskopische Risse. Erkennbar ist jedoch eine richtungsabhängige Verdichtungsstruktur, die auf ein anisotropes Materialverhalten schließen lässt und weiteren Optimierungsbedarf hinsichtlich der Verdichtungsgleichmäßigkeit aufzeigt.

Auch die ökologische Bewertung fällt positiv aus. Aufgrund der biogenen Kohlenstoffspeicherung in Stroh und Holzspänen ergibt sich für die Herstellungsphase ein günstiges Treibhauspotenzial. Die Emissionen aus Bindemittel, Pressung und thermischer Konsolidierung werden durch die Kohlenstoffspeicherung der Hauptbestandteile bilanziell überkompensiert.



Fazit

Der Stroh-Hybrid-Stein stellt eine vielversprechende Weiterentwicklung des Strohbaus dar. Das Material kombiniert regionale biogene Rohstoffe mit verbesserter Tragfähigkeit, reproduzierbarer Geometrie und günstiger Klimabilanz. Damit besitzt der SHS Potenzial für tragende Anwendungen in niedriggeschossigen Bauweisen. Für eine baupraktische Implementierung sind jedoch weitere Untersuchungen zum Langzeitverhalten, Brandverhalten, Feuchteinfluss und zur normativen Einordnung erforderlich.

KREISLAUFWIRTSCHAFT IN EINER KLEINSTADT – ZWEI BEISPIELE AUS HAVLÍČKŮV BROD

Bc. Libor Honzárek, Stellvertretender Bürgermeister von Havlíčkův Brod, Vorsitzender des Verbandes historischer Ortschaften in Böhmen, Mähren und Schlesien, Vorstandsmitglied der ČKAIT
Ing. Renata Horáčková, Stadtverwaltung Havlíčkův Brod, Umweltsektion, Bereichsleiterin Abfallwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Wirtschaftsmodell, das darauf abzielt, das Abfallaufkommen zu minimieren, natürliche Ökosysteme zu regenerieren und Produkte, Materialien sowie Ressourcen so lange wie möglich wiederzuverwenden.

In Havlíčkův Brod hat sich die Stadtverwaltung vor Jahren für eine grundlegende Änderung des bisherigen Systems zur Entsorgung des Kommunalabfalls in der Stadt entschieden. Durch die Einführung radikaler Maßnahmen hat sich die Bilanz der Mülltrennung statistisch nachweisbar deutlich verbessert.

Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser ist ein kostspieliger und energieintensiver Prozess. Die Verwendung von Trinkwasser zur Bewässerung öffentlicher Rasenflächen ist aus Sicht der Kreislaufwirtschaft eine Ressourcenverschwendung. Die Nutzung von natürlichem, unbehandeltem Wasser, das in einem alten Brunnen gesammelt wird, zur Pflege der zentralen Grünfläche auf einem großen Stadtplatz kann jedoch auch für andere Ortschaften als vorbildliches Beispiel dienen.

Die Abfallwirtschaft in der Stadt und ihre Veränderungen in quantitativer und qualitativer Hinsicht

Als vor einigen Jahren das neue Abfallgesetz in Kraft trat, beschloss die Stadtverwaltung von Havlíčkův Brod eine grundlegende Änderung des bisherigen Systems der kommunalen Abfallentsorgung in der Stadt. Durch die Einführung radikaler Maßnahmen hat sich die Bilanz der getrennten Abfallsammlung deutlich verbessert, und das Aufkommen an unsortiertem Siedlungsabfall und Sperrmüll, das auf Depo-nien gelagert wird, ist zurückgegangen, was durch statistische Daten belegt werden kann.



Abb. 1 Sortierter Abfall

Das neue Abfallgesetz verbietet beispielsweise die Deponierung von verwertbaren Abfällen ab 2030, sieht eine schrittweise Erhöhung der Deponiegebühren bis 2030 vor und legt außerdem die Verpflichtung fest, bestimmte prozentuale Anteile an sortierten verwertbaren Abfällen zu erreichen, und zwar 60 % bis 2025, 65 % bis 2030 und 70 % bis 2035.

Da wir in unserer Stadt höhere Kosten für die Müllentsorgung vermeiden und die gesetzlichen Vorgaben für die Mülltrennung einhalten wollten, haben wir Schritt für Schritt folgende grundlegende Maßnahmen ergriffen:

1. Die Müllabfuhr erfolgt alle 14 Tage im gesamten Stadtgebiet, mit Ausnahme von drei großen Wohnsiedlungen, in denen weiterhin wöchentlich abgeholt wird (2021).
2. Einführung eines Verwaltungssystems zur Erfassung und Abholung aller Abfallbehälter in der Stadt sowie zur Erfassung der Einlieferungen auf dem Wertstoffhof (2021).
3. Stadtbewohner dürfen die Sammelplätze nur mit einer Abfallkarte betreten (2022).
4. Abholung von Papier und Kunststoff (Door-to-Door-System) (schrittweise von 2021 bis 2024).
5. Umbau des Geländes von Kommunaldienstleistungen mit Errichtung eines Umschlagplatzes (ab 2025).
6. Gebühr für Siedlungsabfälle nach Fassungsvermögen des Sammelbehälters (2025).



Abb. 2 Umweltbildung der Bürger

In diesen Jahren wurde auch die Umwelterziehung von Kindern und Schülern nicht vergessen. So haben wir beispielsweise im Jahr 2023 für alle schulpflichtigen Schüler der 2. Stufe der Grundschulen eine etwas andere Talkshow zum Thema Abfall vorbereitet, bei der die Schüler an zwei Tagen abwechselnd im Kulturhaus zu Gast waren und neben neuen Informationen zur Abfallwirtschaft in der Stadt auch ihr Wissen über die Abfallproblematik in einem Wettbewerb testen konnten. Für Kindergärten haben wir 2024 in Zusammenarbeit mit EKO-KOM einen Bildungsvormittag auf dem Wertstoffhof organisiert, und 2025 kam sogar ein Theater mit Abfallthematik in die Kindergärten. In diesem Jahr fand in Schulen und Kindergärten ein Wettbewerb zum Sammeln von Aluminium statt, bei dem innerhalb von fünf Monaten über eine Tonne Aluminium Dosen gesammelt werden konnte.

Die Stadt hat zudem in neue Müllsammelstellen und die Modernisierung des Müllabfuhrsystems investiert und bereitet den Bau einer eigenen Kompostieranlage vor. Derzeit liefern wir Bioabfälle an Kompostieranlagen privater Landwirte, und diese verwenden den entstandenen Kompost zur Bodenverbesserung.



Abb. 3 Abfallsammelstelle des Technischen Dienstes Havlíčkův Brod

Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen einen positiven Trend – die auf Deponien gelagerte Menge an gemischtem Siedlungsabfall und Sperrmüll nimmt ab, während die Menge an sortiertem Abfall, insbesondere an Kunststoffen, zunimmt. Im Vergleich zum Jahr 2020, als die Mülltonnen stadtweit wöchentlich geleert wurden, verzeichnete die Stadt bei gemischten Siedlungsabfällen einen Rückgang der Menge um 30 %, während bei sortierten Kunststoffen in diesem Zeitraum sogar ein Anstieg um 39 % (!) zu verzeichnen war. Bei Sperrmüll kam es in 2025 im Vergleich zu 2021 (als der Zugang zu den Wertstoffhöfen noch nicht über eine Abfallkarte geregelt war, die nur den Einwohnern der Stadt die Abfallentsorgung ermöglicht) zu einem Rückgang der Sperrmüllmenge um nahezu 75 %.

Die Stadt hat jedoch nach wie vor mit rücksichtslosen Personen zu kämpfen, die versuchen, Geld zu sparen, ihren Müll außerhalb der Behälter entsorgen, den Müll nicht trennen oder bewusst kleinere Mülltonnen bestellen. Manche Unternehmer und Selbstständige missbrauchen dann das gesamte System der Stadt, indem sie gewerbliche Abfälle als Hausmüll deklarieren, insbesondere in den Wertstoffhöfen.

Die Stadt Havlíčkův Brod wurde für ihre Leistungen im Bereich der Abfallwirtschaft sogar mit bedeutenden Preisen auf Landesebene ausgezeichnet. 2024 gewann sie in der Kategorie „Aufsteiger des Jahres“ den „Abfall-Oscar“, einen Wettbewerb, der die größten Verbesserungen im Vergleich zum Vorjahr bei der Mülltrennung und der Reduzierung der Menge an Mischabfällen würdigt. Ein Jahr später, im Juni 2025, wurde Havlíčkův Brod im Rahmen eines von der ČSOB-Bank organisierten Wettbewerbs zur „Grünen Gemeinde des Jahres“ in der Kategorie der Statutar- und Großstädte gekürt. Die Stadt erhielt die größte Anerkennung für ihren komplexen Ansatz im Bereich Umweltschutz, für die Einbindung der Einwohner in ökologische Aktivitäten und für die Modernisierung des Abfallwirtschaftssystems. Hinzu kam 2024 der Gesamtsieg beim Wettbewerb „Um die Kristall-Mülltonne“, wobei die Kristall-Mülltonne für die besten Ergebnisse bei der Mülltrennung unter allen Gemeinden in der Tschechischen Republik verliehen wird.



Abb. 4 Mülltonnen-Einhausung für Mehrfamilienhäuser

Neugestaltung des Stadtplatzes als Beispiel für eine zirkuläre Wasserwirtschaft

Ein konkretes Beispiel, an dem sich die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft gerade in einem städtischen Umfeld veranschaulichen lassen, ist die Wasserwirtschaft auf dem Smetana-Platz in Havlíčkův Brod. Dabei geht es nicht nur um eine technische Lösung zur Bewässerung von Grünflächen, sondern um die Verknüpfung von Wasserwirtschaft, Anpassung der Stadt an den Klimawandel und Trinkwassereinsparungen.



Abb. 5 Der Smetana-Platz in Havlíčkův Brod dient als Entspannungszone

Das System basiert auf der Nutzung einer lokalen Wasserquelle – eines historischen Brunnens – für die Bedürfnisse des öffentlichen Raums. Dieses Wasser wird nicht nur einmalig genutzt, sondern erfüllt mehrere Funktionen: Es dient zur Bewässerung von Rasenflächen und Bäumen und speist gleichzeitig einen 117 m langen, in Längsrichtung des Platzes fließenden Wasserlauf sowie die beiden Springbrunnen am oberen und unteren Ende des künstlichen Baches. Bereits bei der Planung der Neugestaltung des Smetana-Platzes wurde der Wasserlauf als ein Element konzipiert, das neben seiner ästhetischen und aufenthaltsfördernden Funktion auch zur Verbesserung des lokalen Klimas im Sommer durch Luftbefeuchtung beitragen soll.

Aus Sicht der Stadtplanung ist es von besonderer Bedeutung, dass eine einzige wasserwirtschaftliche Infrastruktur mehrere Vorteile gleichzeitig bietet. Wasser fördert die Vegetation, die durch Schatten und Evapotranspiration die thermische Belastung des öffentlichen Raums verringert. Gleichzeitig trägt die Wasserfläche bzw. das fließende Wasser selbst durch die Verdunstung zur Abkühlung der Umgebung bei. Wissenschaftliche Studien bestätigen, dass die tägliche Lufttemperatur durch die Bewässerung städtischer Grünflächen messbar gesenkt werden kann; in einer Studie führte die Bewässerung eines Rasens im optimalen Modus zu einer Senkung der Tagestemperatur um etwa 0,4 °C.

Die Bedeutung dieser Lösung für die Verbesserung der Umweltbedingungen in der Stadt steht außer Frage, ebenso wie die Einsparung von Trinkwasser selbst. Es entsteht hier ein kleines lokales Wassersystem, in dem das Wasser sowohl als Quelle für die Begrünung als auch als Mittel zur Verbesserung des Mikroklimas genutzt wird. Gerade die Kombination von grüner und blauer Infrastruktur gilt heute als ein wichtiges Instrument zur Anpassung der Städte an Hitzewellen. Die Vegetation spendet Schatten und bietet einen angenehmen Aufenthaltsort, während die Wasserelemente unter anderem die Fähigkeit des Wassers nutzen, Wärme aufzunehmen und die Umgebung durch Verdunstung zu kühlen.

Von entscheidender Bedeutung ist auch der Ersatz von Trinkwasser durch Wasser aus einer alternativen lokalen Wasserquelle für Zwecke, bei denen keine Trinkwasserqualität erforderlich ist. Dadurch wird die Belastung der Wasserversorgungsinfrastruktur verringert und gleichzeitig das Trinkwasser für seine wirklich unersetzlichen Verwendungszwecke erhalten. Gerade die Nutzung alternativer Wasserquellen für die städtischen Grünflächen wird in der Fachliteratur als eines der wichtigsten Prinzipien von „water-smart“-Städten bezeichnet.



Abb. 6 Wasserspiel auf dem Smetana-Platz



Das Konzept dieses sinnvollen und interessanten Projekts (die Umsetzung erfolgte 2018 nach einem Entwurf des Brünner Ateliers Burian-Křivinka) sah von Anfang an die Nutzung des Wassers aus dem ursprünglichen mittelalterlichen Holzbrunnen vor, der als einziges Bauwerk nach der umfassenden Stadt-sanierung in den 1970er Jahren erhalten geblieben war. Die Wasserbauanlage auf dem Smetana-Platz in Havlíčkův Brod besteht neben dem ursprünglichen Brunnen aus mehreren neuen Wasserelementen. Der obere Springbrunnen mit vierzehn Düsen arbeitet in zwei Kreisläufen mit separaten Pumpen, der künstliche Wasserlauf (Bach) mit einer Länge von 117 m hat eine variable Breite von 0,6 bis 1,0 m, was einen interessanten visuellen Effekt durch die wechselnde Intensität des fließenden Wassers erzeugt; der untere Springbrunnen ist in Form eines flachen, runden Beckens mit einer begehbaren Plattform und acht an zwei separate Wasserkreisläufe angeschlossenen Düsen ausgeführt. Ein weiteres Bauelement sind Leitungen für die automatische Bewässerung der Rasenflächen, einschließlich Feuchtigkeitssensoren, die verhindern, dass der Rasen automatisch bewässert wird, wenn dies nicht erforderlich ist, z. B. bei Regen. Diese weitläufigen Grünflächen werden an trockenen Tagen in den Nachtstunden zwischen 2 und 4 Uhr morgens regelmäßig automatisch bewässert, wobei zu dieser Zeit etwa 3,5 m³ Brunnenwasser verbraucht werden. Das letzte technologische Bauwerk ist die Technologiezentrale mit einem Rückhaltebecken und drei Pumpen: einer für den Transport des Quellwassers aus dem Brunnen, einer für die Bewässerung und einer Hauptpumpe für den künstlichen Bach mit einer Förderleistung von bis zu 84 m³ Wasser pro Stunde.

Der Smetana-Platz in Havlíčkův Brod lässt sich somit als Beispiel dafür betrachten, dass Kreislaufwirtschaft nicht unbedingt nur das Recycling von Materialien bedeuten muss. Im städtischen Umfeld kann dies auch die Rückhaltung von Wasser im lokalen System, dessen vielseitige Nutzung sowie die gleichzeitige Verknüpfung der Wasserwirtschaft mit dem öffentlichen Raum und der Klimaanpassung umfassen. Gerade dieser Systemansatz ist für künftige städtische Investitionen von großer Bedeutung: Wasser, Grünflächen, öffentlicher Raum und technische Infrastruktur sollten nicht voneinander getrennt, sondern als ein zusammenhängendes Ganzes geplant werden.



KREISLAUFWIRTSCHAFT UND RESSOURCENSCHONUNG ALS GRUNDLAGE FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Dipl.-Ing. Lutz Peter Nethe, Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Abgasanlagen in genehmigungsbedürftigen Anlagen gemäß BImSchV.

Die Etablierung eine funktionierenden Kreislaufwirtschaft ist die Grundlage einer Werterhaltung und nicht einer Wertevernichtung. Produkte werden heute nicht hergestellt, um sie zu erhalten, sondern um ersetzt zu werden.

Unser Wirtschaftssystem basiert auf Wachstum und speist sich aus dem Konsum. Die deswegen ständig wachsende Produktion verbraucht immer mehr Ressourcen, die aber endlich sind. Deshalb muss Material so eingesetzt werden, dass es nicht verbraucht, sondern lediglich gebraucht wird.

Daher ist die Kreislaufwirtschaft die Grundlage unserer Zukunft. Sie ist die wirtschaftliche und ökologische Antwort auf die Ressourcenkrise des 21. Jahrhunderts.

Im Deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) wird eine 5stufige Abfallhierarchie gefordert, bestehend aus:

- Vermeidung
- Wiederverwendung
- Recycling
- Energetische Verwertung
- Beseitigung

Einzelne Bereiche der Kreislaufwirtschaft sind bereits in Kraft, weitere sind in der Umsetzung bzw. werden laufend erweitert. So gibt es bei einzelnen Stoffen bereits erhebliche Recyclingquoten (RC), während sich andere noch im Aufbau befinden:

- | | |
|---------------------|---------|
| ▪ Kunststoffe | 70 % RC |
| ▪ Papier und Karton | 78 % RC |
| ▪ Glas | 82 % RC |
| ▪ Baustoffe | 55 % RC |
| ▪ Textilien | 18 % RC |

In Europa gibt es bereits etablierte Erfolgssysteme, wie

- das deutsche Pfandsystem
- die schwedische Zero Waste Vision
- den niederländischen Circular Hotspot
- das deutsche Kunststoffrecycling

Insbesondere die Berliner Zero Waste Strategie hat sich etabliert und den deutschen Nachhaltigkeitspreis 2025 erhalten.

Durch Forschung und Entwicklung sind zahlreiche neue Verfahren und Recyclingtechnologien entstanden, wie das Recycling von Beton (R-Beton).

Unbestritten hat die Kreislaufwirtschaft einen großen Einfluss auf das Weltklima. Der Ressourcenverbrauch, also der globale Materialverbrauch, hat einen sehr großen Einfluss auf die CO₂ Emissionen und damit auf das Weltklima. Die Kreislaufwirtschaft kann bis zu 45 % der weltweiten CO₂ Emissionen reduzieren.



So hat insbesondere das Metall und Nichteisenmetall Recycling einen bedeutenden Einfluss auf die CO₂-Einsparung. So können beim Aluminium und Kupferrecycling allein in der EU ca. 700 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden. Gleichzeitig können damit der Import von Rohstoffen reduziert und 80 Mrd. € Importkosten eingespart werden. Nicht zuletzt ist durch die Weiterentwicklung der neuen Technologien ein Zuwachs von 700 000 Arbeitsplätzen in der EU möglich.

Grundlage dafür ist jedoch die Installation entsprechender Entsorgungslogistik, vom Sammeln bis zur Wiederverwendung oder der endgültigen Beseitigung.

Auf allen Entsorgungsschienen werden oft dieselben Privatunternehmen tätig: Sie sammeln, transportieren, sortieren, verwerten und behandeln Abfälle, beseitigen schließlich die Sortierreste in ihren Deponien. Wo ein Entsorgungsbetrieb einzelne Dienstleistungen nicht anbieten kann, schaltet er – meist nach dem Sortieren – andere Unternehmen ein, im Einzelfall auch Kommunen, die traditionell über Verbrennungsanlagen und Deponien verfügen.

Je nach der Zuordnung der Abfälle zum Gewerbemüll, zum Restmüll aus Privathaushalten oder zum Geltungsbereich von Rückgabe und Rücknahme-verpflichtungen werden die Kosten von Privatunternehmen, den Kommunen oder den Produzenten der Waren übernommen.

Aber diese Maßnahmen allein reichen nicht aus, die Recyclingquoten weiter deutlich zu erhöhen. Dazu müssen aus Handlungsempfehlungen an Politik und Verbände verbindliche Regelungen auf nationaler und europäischer Ebene werden:

- Anhebung und Kontrolle der nationalen Recyclingquoten
- Investitionssicherheit
- Einheitliche EU-Standards
- Verbindliche Einsatzquoten für Recyclingmaterialien
- Digitale Produktiosinfrastruktur
- Zirkuläre öffentliche Beschaffung
- Kreislaufwirtschaft ist keine Option – sie ist die wirtschaftliche und ökologische Notwendigkeit des 21. Jahrhunderts.

Jetzt braucht es politischen Willen, Investitionssicherheit und klare Regeln – für eine zirkuläre Zukunft Europas.

Gemeinsam arbeiten für eine zirkuläre Zukunft.



NACHHALTIGE LÖSUNGEN FÜR BULGARISCHE STÄDTE DURCH EFFIZIENTEN UMGANG MIT NATÜRLICHEN RESSOURCEN UND NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEQUELLEN

Rumen Ivanov, Vertreter der bulgarischen Kammer

Zusammenfassung

Die Kreislaufwirtschaft etabliert sich als einer der sinnvollsten Ansätze zur Umsetzung der Ziele für nachhaltige Entwicklung im städtischen Umfeld. In diesem Modell wird Abfall nicht als Endergebnis des Verbrauchs betrachtet, sondern als Ressource, die vermieden, wiederverwendet, repariert, recycelt oder energetisch verwertet werden kann. Für Städte bedeutet dies eine neue Art der ingenieurtechnischen Planung, bei der die Bereiche Abfallwirtschaft, Energie, Wasser, Bautätigkeit und Verkehr zu einem gemeinsamen Ressourcenkonzept zusammengeführt werden. In Bulgarien ist der Übergang zur Kreislaufwirtschaft in der Strategie für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft 2022–2027 sowie im Nationalen Abfallwirtschaftsplan 2021–2028 festgelegt, wobei der Schwerpunkt auf Abfallvermeidung, erweiterter Herstellerverantwortung, Steigerung der Ressourceneffizienz und Reduzierung von Deponien liegt.

Trotz des bestehenden regulatorischen und strategischen Rahmens hinkt Bulgarien in Bezug auf die Schlüsselindikatoren der Kreislaufwirtschaft weiterhin hinterher. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur besteht für das Land weiterhin die Gefahr, dass die Ziele für 2025 hinsichtlich der Vorbereitung auf die Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen sowie die Ziele für 2035, die Deponierung auf 10 % der Gesamtmenge an Siedlungsabfällen zu begrenzen, nicht erreicht werden. Außerdem lag die zirkuläre Nutzung von Materialien in Bulgarien im Jahr 2023 bei 4,9 % und damit deutlich unter dem EU-Durchschnitt.

Die Rolle erneuerbarer Ressourcen ist bei diesem Wandlungsprozess besonders wichtig. Erneuerbare Energiequellen fördern die Kreislaufwirtschaft nicht nur durch die Erzeugung sauberer Energie, sondern auch durch die Verwertung von Abfallströmen, beispielsweise durch die Nutzung von Deponiegas, Abwasser und Biogas aus organischen Abfällen. In Bulgarien gibt es bereits in Betrieb befindliche Energieanlagen, die Deponie – und Abgas nutzen, und europäische Beispiele aus diesem Land zeigen zudem Verfahren zur Umwandlung von Abwasser in Biogas zur Erzeugung von Strom und Wärme.

Einleitung

Moderne Städte sind komplexe technische Systeme, in denen Energie-, Wasser-, Material-, Abfall- und Informationsströme sowie die Mobilität der Menschen miteinander verflochten sind. Das traditionelle lineare Modell „Beziehen – Produzieren – Entsorgen“ führt zu erhöhtem Rohstoffverbrauch, steigenden Abfallmengen und einer Belastung der städtischen Infrastruktur. Die Kreislaufwirtschaft bietet eine Alternative, bei der der Wert von Produkten und Materialien so lange wie möglich erhalten bleibt und die Abfallerzeugung minimiert wird. In der bulgarischen Nationalstrategie wird die Kreislaufwirtschaft genau als ein Modell zur Verlängerung des Lebenszyklus von Produkten durch gemeinschaftliche Nutzung, Wiederverwendung, Reparatur und Recycling definiert.

Im städtischen Kontext ist die Kreislaufwirtschaft nicht nur ein Umweltkonzept, sondern eine Aufgabe der Stadtplanung. Die OECD weist darauf hin, dass der kreislaforientierte Ansatz in Städten Dienstleistungen wie Wasserversorgung, Abfallentsorgung und Energieversorgung gewährleisten muss, wobei gleichzeitig die Abfallerzeugung verhindert, die Wiederverwendung von Ressourcen optimiert und die Städte in einem ineffizienten linearen Modell gefangenhaltenden Infrastrukturlösungen vermieden werden.



Kreislaufwirtschaft als Instrument zur Umsetzung der Ziele für nachhaltige Entwicklung

Die Kreislaufwirtschaft steht in direktem Zusammenhang mit mehreren Zielen der nachhaltigen Entwicklung: nachhaltige Städte und Gemeinden, verantwortungsvoller Konsum und verantwortungsvolle Produktion, erschwingliche und saubere Energie, Klimaschutzmaßnahmen und Schutz der natürlichen Ressourcen. In der Praxis zeigt sich dies in mehreren wichtigen ingenieurstechnischen und Management bezogenen Bereichen:

- Abfallvermeidung in der Planungs- und Verbrauchsphase;
- Wiederverwendung, Reparaturen und Verlängerung der Lebensdauer von Produkten;
- Recycling und Rückführung von Sekundärrohstoffen in den Wirtschaftskreislauf;
- Verwertung biologisch abbaubarer Abfälle durch Kompostierung oder Biogasgewinnung;
- Minimierung der Deponierung;
- Vernetzung der Energie- und Materialflüsse zwischen verschiedenen städtischen Systemen.

Die bulgarische Strategie betont, dass der Übergang zur Kreislaufwirtschaft einen grundlegenden Wandel der Produktionsweisen und Konsumgewohnheiten sowie eine Koordinierung zwischen Staat, Unternehmen, Kommunen, Bildungseinrichtungen und Verbrauchern erfordert. Zu den Grundsätzen gehören Zero-Waste-Design, Verlängerung des Produktlebenszyklus und Wiederherstellung natürlicher Systeme.

Welche Maßnahmen plant Bulgarien, um dieses Problem zu lösen?

In Bulgarien besteht der grundlegende Rahmen aus drei miteinander verknüpften Dokumenten.

Erstens definiert die Strategie für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft 2022–2027 drei strategische Ziele: eine grüne und wettbewerbsfähige Wirtschaft, weniger Abfall und mehr Ressourcen sowie eine verbraucherfreundliche Wirtschaft. Im Rahmen des zweiten strategischen Ziels werden Bereiche wie Abfallvermeidung, mehr Möglichkeiten für eine nachhaltige Verwertung, mehr Wertstoffrecycling mit qualitativ hochwertigeren Sekundärrohstoffen und Reduzierung von Deponien formuliert.

Zweitens stützt sich der Nationale Abfallwirtschaftsplan 2021–2028 auf die Abfallvermeidung, die erweiterte Herstellerverantwortung und das Verursacherprinzip als zentrale Grundsätze. Ziel des Plans ist es, die schädlichen Auswirkungen von Abfällen auf die Umwelt und die Gesundheit zu verringern sowie Ressourcen effizienter zu nutzen und neue Märkte und Arbeitsplätze zu schaffen.

Drittens legt der integrierte Energie- und Klimaplan Ziele für eine kohlenstoffarme Entwicklung, Energiesicherheit, Energieeffizienz sowie die Nutzung und den Ausbau erneuerbarer Energiequellen entsprechend den nationalen Ressourcenkapazitäten fest. Das ist wichtig, denn die Kreislaufwirtschaft in Städten kann ohne die Energiewende nicht funktionieren.

In der Praxis bedeutet dies, dass Bulgarien dieses Problem durch folgende Maßnahmen lösen will:

- verstärkte Abfallvermeidung;
- weitere Ausweitung der getrennten Sammlung;
- Entwicklung von Anlagen zur Vorbereitung auf die Wiederverwendung, das Recycling und die Aufarbeitung;
- Einschränkung von Deponien;
- bessere Verwertung von Sekundärrohstoffen;
- Integration von Energielösungen in Abwasser- und Wasserversorgungssysteme.



Die größte Herausforderung für Bulgarien

Trotz der vorhandenen nationalen Strategien bleibt die Umsetzung problematisch. Die Europäische Umweltagentur warnt, dass Bulgarien seine Fortschritte schneller vorantreiben muss, um das Ziel einer Wiederverwendungs- und Recyclingquote von 55 % bei Siedlungsabfällen sowie das Ziel einer Recyclingquote von 65 % bei Verpackungsabfällen bis 2025 zu erreichen. Zugleich ist das Land auch durch das künftige Ziel bedroht, die Deponierung von Siedlungsabfällen bis zum Jahr 2035 deutlich einzuschränken.

Eine Schwäche zeigt sich auch hinsichtlich der Kreislaufquote. Für Bulgarien lag sie 2023 bei 4,9 %, was immer noch deutlich unter dem EU-Durchschnitt liegt. Dies bedeutet, dass der Anteil der Materialien, die nach ihrer Nutzung wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden, begrenzt bleibt.

Das Hauptproblem der bulgarischen Verhältnisse ist also nicht das Fehlen einer gemeinsamen Zielrichtung, sondern vielmehr die Kluft zwischen der strategischen Planung und der tatsächlichen technischen und organisatorischen Umsetzung auf lokaler Ebene.

Die Rolle erneuerbarer Ressourcen in der Kreislaufwirtschaft

Erneuerbare Energiequellen sind ein wesentlicher Bestandteil der Kreislaufwirtschaft, da sie die Nutzung von Abfällen und Nebenprodukten als Energiequellen ermöglichen. Zu den wichtigsten Bereichen gehören folgende:

Biogas aus biologisch abbaubaren Abfällen

Organische Abfälle aus Haushalten, der Lebensmittelindustrie, der Landwirtschaft und Kläranlagen können für die anaerobe Zersetzung und die Erzeugung von Biogas genutzt werden. Dies bietet einen doppelten Vorteil: Die Menge an Bioabfällen auf Deponien wird reduziert und die erzeugte Energiemenge sinkt. Das Ministerium für Umwelt und Wasserwirtschaft hat spezielle Richtlinien für Anlagen zur Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen herausgegeben, was zeigt, dass dieser Ansatz Teil der Regulierungsentscheidungen in Bulgarien ist.

Energie aus Abwasser und Klärschlamm

Die Europäische Kommission führt das Beispiel Bulgariens an, wo Abwasser zur Erzeugung von Strom und Wärme in Biogas umgewandelt wird. Dies ist ein eindrucksvolles Beispiel für die städtische Kreislaufwirtschaft, da es die Wasser- und Abwasserinfrastruktur mit dem Energiesystem verknüpft.

Abgas

Sowohl alte als auch noch in Betrieb befindliche Deponien setzen Methan frei, das aufgefangen und zur Energieerzeugung genutzt werden kann, anstatt in die Atmosphäre zu entweichen. Daten der Agentur für nachhaltige Energieentwicklung zeigen, dass in Bulgarien Energieanlagen betrieben werden, die Deponiegas und Gas aus Abwassersystemen nutzen.

Verwendung von Nebenprodukten und Industrieabfällen

Die Kreislaufwirtschaft fördert außerdem die Nutzung von Nebenströmen aus einem Sektor als Rohstoffe oder Brennstoffe in einem anderen Sektor. Die nationale Strategie berücksichtigt genau die Logik der Vernetzung in der Wirtschaft und die Nutzung von Sekundärrohstoffen und -ressourcen zwischen verschiedenen Sektoren.

Stadttechnik als Schlüsselinstrument für den Wandel

Im Kontext einer modernen Stadt sollte die Kreislaufwirtschaft als ingenieurtechnische Architektur mit einander verbundener Systeme betrachtet werden. Dazu gehören folgende Maßnahmen:



- 1) Städtische Systeme für die getrennte Sammlung und Vorbehandlung von Abfällen entsprechend zu konzipieren, so dass möglichst viele Materialien wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden.
- 2) Anlagen zur Kompostierung und anaeroben Zersetzung von Bioabfällen, insbesondere für große städtische Gebiete, zu errichten.
- 3) Die Integration zwischen Wasserversorgungs- und Abwassersystemen sowie Energiegewinnung aus Klärschlamm und Biogas zu erreichen.
- 4) Lokale Energielösungen auf der Grundlage von Solarenergie, Biogas und anderen erneuerbaren Energiequellen zu entwickeln, mit denen die Infrastruktur für die Aufbereitung, Sortierung und Vorbereitung zur Wiederverwertung betrieben wird.
- 5) Eine digitale Steuerung der Ressourcenströme einführen – Überwachung von Abfall, Materialströmen, Anlagenkapazitäten und Energiebilanzen.

Die OECD betont, dass Städte Standorte sind, an denen Synergien zwischen den Bereichen Wasser, Abfall, Energie und Bauwesen geschaffen werden können, um Material- und Energiekreisläufe zu schließen.

Empfehlungen für Bulgarien

Damit der Wandel zur Kreislaufwirtschaft in bulgarischen Städten tatsächlich umsetzbar ist, sind einige konkrete Schritte erforderlich:

Erstens: Der vorherrschende Deponiebetrieb muss durch ein Modell abgelöst werden, das auf Vermeidung, Wiederverwendung, Recycling und energetische Verwertung setzt. Diese Ausrichtung steht im Einklang mit dem nationalen Plan und den europäischen Bewertungen für das Land.

Zweitens: Jede größere Gemeinde muss einen integrierten Plan für Bioabfälle ausarbeiten, der getrennte Sammlung, Kompostierung, anaerobe Vergärung und Nutzung der dabei gewonnenen Energie in den lokalen kommunalen Systemen umfasst.

Drittens: Erneuerbare Energiequellen sollten in der eigentlichen Abfallbewirtschaftungsinfrastruktur aktiver genutzt werden – Photovoltaik zur Stromversorgung von Sortier- und Kompostieranlagen, Biogas zur Erzeugung von Strom und Wärme sowie zur Rückgewinnung von Deponiegas, soweit dies möglich ist. Die Existenz solcher Standorte in Bulgarien zeigt, dass es sich hierbei nicht um eine theoretische Möglichkeit, sondern um gängige Praxis handelt.

Viertens: Der Markt für Sekundärrohstoffe muss stimuliert werden, denn ohne eine echte Nachfrage nach recycelten Materialien bleibt das Kreislaufmodell unvollständig. Der niedrige Wert der Kreislaufquote verdeutlicht genau diese strukturelle Einschränkung.

Beispiele für Kreislaufwirtschaft in der Region Warna

In Warna und Umgebung gibt es einige der besten Beispiele und fortschrittlichsten Verfahren, mit denen sich der Kreislauf schließen lässt:

Abfallverwertungsanlagen und RDF (Sekundäre Brennstoffe aus Abfall)

Dank der Umsetzung des Projekts „Energieeffizienz und nachhaltige kommunale Abfallwirtschaft“ – finanziert durch die EU mit einem Budget von 1 242 000 Euro – wurden 2007 neue Anlagen zur Verarbeitung fester Abfälle mit einer Tageskapazität von 450 Tonnen errichtet. Die Anlage verarbeitet Abfälle, die in Warna anfallen.

2014 wurde im Rahmen eines eigenfinanzierten Projekts eine Anlage zur Herstellung von Abfallbrennstoff (RDF) in das Werk integriert; diese löst das Problem der Restabfälle, die sonst auf der Deponie landen würden. Die RDF-Zerkleinerungsanlage hat eine maximale Kapazität von 224 Tonnen pro Tag, also



82.000 Tonnen pro Jahr. Die Anlage erstreckt sich über drei Räume – die Eingangshalle mit Förderbändern und einem Vorzerkleinerer, die Haupthalle für das Zerkleinern und die Trennung sowie einen Raum zur Lagerung des fertigen RDF-Produkts.

RDF-Brennstoff (Ersatzbrennstoff) wird aus Abfall hergestellt. RDF ist ein Energieträger, der in der Zementindustrie als alternativer Brennstoff eingesetzt wird. Der Feuchtigkeitsgehalt beträgt etwa 20 %, der Heizwert liegt bei 16–20 MJ und die Korngröße beträgt 30 mm.

Dies ist ein klassisches Modell der Kreislaufwirtschaft:

Abfall → Ressourcen → Energie

Das Werk produziert außerdem eine stabilisierte organische Fraktion aus festem Siedlungsabfall, der ein Produkt der aeroben Gärung ist. Gemäß der bulgarischen Gesetzgebung kann es zur Sanierung kontaminierter Gebiete (Deponien, Steinbrüche usw.) verwendet werden.

Kläranlage (WWTP)

Das Wasserkraftwerk Warna nutzt ein modernes System zur Gewinnung von Biogas, das durch die Verarbeitung von Klärschlamm gewonnen wird. Durch dieses Verfahren kann das Kraftwerk eigenen Strom erzeugen, einen Teil seines Energiebedarfs decken und die Aufbereitungskosten um etwa 14 % senken.

Die wichtigsten Merkmale der Biogasanlage in der Kläranlage Warna:

- Biogas wird durch anaerobe Vergärung (Zersetzung ohne Luftzufuhr) von Klärschlamm in speziellen Anlagen, den sogenannten Methanreaktoren, gewonnen;
- Das Kraftwerk verfügt über ein Energiezentrum mit KWK-Anlagen (Modelle Cento T 300 SP bio), das Methan in elektrische und thermische Energie umwandeln;
- Die Kläranlage versorgt eine Einwohnerzahl von umgerechnet 450 000 mit einer maximalen Kapazität von 110 000 m³/Tag, wobei einer der wichtigsten Bestandteile ein Methan-tank mit einem Fassungsvermögen von 8 000 m³ ist;
- Durch die Installation eines Disintegrators wird der Schlammabbau verbessert, was zu einer Steigerung der Methanausbeute und einer Verringerung des Endabfallvolumens führt.

Das Projekt ist Teil einer umfassenden Modernisierung des Wasserversorgungsnetzes der Stadt Warna, die aus EU-Förderprogrammen finanziert und in Zusammenarbeit mit den tschechischen Unternehmen CHIME Ltd. a TEDOM s.r.o. durchgeführt wird. Neben der Energieeinsparung trägt die Technologie zum Schutz des Warna-Sees als einer „sensiblen Zone“ bei und gewährleistet so eine höhere Qualität des aufbereiteten Wassers.

Das Projekt „Sauber, getrennt und umweltfreundlich“ in der Gemeinde Valchi Dol

2022–2023 wurde in der Gemeinde Valchi Dol ein im Rahmen des EU-Förderprogramms „Umwelt“ finanziertes Projekt im Wert von 163 000 EUR erfolgreich umgesetzt. Im Rahmen des Projekts wurde eine neue Technologie zur Sammlung und Verwertung von behandeltem Hausmüll eingeführt, der im Gemeindegebiet von Valchi Dol anfällt.

Die Projektmaßnahmen zielten darauf ab, das Aufkommen an Hausmüll zu verringern und diesen für die Wiederverwendung und das Recycling vorzubereiten. Im Rahmen des Programms wurden Kompostbehälter gekauft und der Bevölkerung zur Verfügung gestellt, um organische Haushaltsabfälle zu verwerten. Außerdem wurde ein Transportfahrzeug mit der erforderlichen Ausrüstung für den Abtransport des fertigen Komposts angeschafft. Als Teil des Projekts wurde zudem eine umfangreiche Aufklärungs- und Informationskampagne durchgeführt, um die Öffentlichkeit für die Einhaltung der Grundsätze der Hausmüllentsorgung und deren Wiederverwertung zu sensibilisieren.



Projekte zur Stilllegung und Rekultivierung städtischer Deponien

Das Programm sah die Stilllegung von Deponien für Hausmüll in den Gemeinden Bjala, Devnja, Suvorovo und Vetrino im Gebiet von Warna vor. Die Maßnahmen wurden aus europäischen Mitteln im Rahmen des Förderprogramms „Umwelt“ durchgeführt, und die Gesamtkosten des Projekts beliefen sich auf über 3 670 000 EUR.

„Maßnahmen zum Bau, zur Erweiterung und/oder zur Modernisierung städtischer/regionaler Systeme“

Das Projekt ist auf die getrennte Sammlung und das Recycling von biologisch abbaubaren Abfällen ausgerichtet und steht Bulgarien mit einem Gesamtbudget von 168 000 000 EUR für Projektanträge offen. Es werden konkrete Empfänger aus der Region Warna, aus den Gemeinden Provadia, Avren, Vetrino, Valchi Dol, Devnya, Dolni Chiflik, Dalgopol, Suvorovo und Byala genannt, denen ein vorläufiger Haushalt von über 10 000 000 EUR zugewiesen wurde.

Fazit

Die Kreislaufwirtschaft ist nicht nur Umweltpolitik, sondern eine neue technische Logik für das Funktionieren einer Stadt. Dabei verändert sich die Art und Weise, wie Systeme für Abfall, Energie, Wasser und Materialien konzipiert und verwaltet werden. In Bulgarien gibt es bereits eine strategische und regulatorische Grundlage für einen solchen Wandel, und zwar in Form der Strategie für die Kreislaufwirtschaft, des Nationalen Abfallwirtschaftsplans und des Integrierten Energie- und Klimaplanes.

Die entscheidende Frage ist nicht mehr, ob das Problem erkannt wird, sondern ob es durch konsequente Investitionen, technische Lösungen und lokale politische Maßnahmen gelöst wird. Bulgarien hat das Potenzial, die Kreislaufwirtschaft als Instrument zur Modernisierung der städtischen Infrastruktur, zur Reduzierung des Abfallaufkommens und zur Sicherung einer zuverlässigeren Rohstoffversorgung und zu nutzen. Damit dies geschieht, muss der Übergang von strategischen Dokumenten zu konkreten lokalen Systemen beschleunigt werden, die den Ressourcenkreislauf schließen und Abfall in Wert verwandeln.

Literaturnachweis

- [1] Ministerium für Umwelt und Wasserwirtschaft. Strategie für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft 2022–2027.
- [2] Ministerium für Umwelt und Wasserwirtschaft. Nationaler Abfallwirtschaftsplan 2021–2028.
- [3] www.strategy.bg. Ministerrat: Integrierter Energie – und Klimaplan von Bulgarien 2021–2030.
- [4] European Environment Agency. Waste management country profile: Bulgaria (2025).
- [5] European Environment Agency. Circular material use rate – Bulgaria.
- [6] Sustainable Energy Development Agency. Objects in exploitation for producing electric energy by renewable source type.
- [7] European Commission, DG Environment. Transforming wastewater into power in Bulgaria.
- [8] OECD. The Circular Economy in Sofia, Bulgaria (2025).



ASBESTBELASTETE STRAßENBELÄGE IN UNGARN – BESTANDSAUFNAHME, RISIKOMANAGEMENT UND TECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE

Ernő Wagner, Bauingenieur, gerichtlicher Sachverständiger

Dr. Ákos Török, Ingenieur im Fachgebiet Geotechnik, Universitätsprofessor und Leiter des Instituts,
Korrespondierendes Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften

Dr. János Szendefy, Bauingenieur, Universitätsdozent

Die Verwendung von Asbest ist sowohl in Europa als auch in Ungarn geregelt und unterliegt streng den Vorschriften. Der Umgang mit alten Asbestprodukten, die in bebauten Gebieten noch vorhanden sind, ist nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Arbeitssicherheit, sondern der Abfallwirtschaft schwierig. Das Problem mit den Straßen in Westungarn ist jedoch das Ergebnis einer völlig anderen Situation. Asbest kommt hier nicht in einem vor Jahrzehnten hergestellten Bauprodukt vor, in dem er gebunden wäre, sondern tauchte in bewohnten Gebieten in frisch abgebautem und zerkleinertem Gestein als Zuschlag bei dem Bau von Straßen und anderen befestigten Flächen auf.

Der Schotter war das Hauptprodukt des Abbaus, weshalb der Fall nicht einfach als Versagen beim Recycling von Baumaterialien aus abgerissenen Gebäuden dargestellt werden kann. Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft ist dieser Fall daher äußerst aufschlussreich. Der verbaute Schotter taucht bei späteren Instandhaltungs, Abbruch oder Umbauarbeiten als „neues“ Material auf, das unter bestimmten Umständen als potenziell gefährlicher Abfall angesehen werden kann. Insbesondere geht es darum, ob die Herkunft und die mineralogische Zusammensetzung eines solchen Materials bekannt sind und ob festgestellt wurde, inwieweit seine Wiederverwendung sicher ist. Sollten diese Sachverhalte nicht ausreichend geklärt worden sein, kann das früher für den Straßenbau verwendete Material durch einen einzigen Beschluss Hunderte oder Tausende von Standorten zu Risikostandorten machen.

Der Fall aus Ungarn ist daher zugleich ein multidisziplinäres Thema, das die Bereiche Umwelt, Verkehr, Kommunalverwaltung, Arbeitssicherheit, Abfallwirtschaft und auch Wirtschaft betrifft. Das Ziel besteht nicht nur darin, asbesthaltige Materialien zu entfernen, sondern auch darin, die Exposition von Arbeitnehmern, Anwohnern und der Umwelt während der Sanierungsarbeiten so gering wie möglich zu halten. Darüber hinaus ist es notwendig, auch die Minimierung künftiger Risiken im Zusammenhang mit den betreffenden Materialien sicherzustellen.

Bestandsaufnahme und Untersuchungsmethoden

Anfang 2026 kam in mehreren Gemeinden im Westen Ungarns – unter anderem in Szombathely, Kőszeg, Sopron, Zalaegerszeg, Harghita und Bozsok – der Verdacht auf, dass asbesthaltiger Schotter österreichischer Herkunft verbaut worden sei. Dieser Artikel stützt sich auf Daten aus Labormessungen, die im Rahmen der Erstellung eines Gutachtens für die Síp-Straße in der Stadt Szombathely und deren Umgebung durchgeführt wurden. Es wurden akkreditierte Messungen und detaillierte Analysen von Proben durchgeführt, die sowohl von der Fahrbahn als auch aus der Luft entnommen wurden. [1].

Im Auftrag der Verwaltung der Region Vas entnahm das Unternehmen KÖR-KER Kft. (das ungarische Äquivalent zur GmbH) an zwei Terminen, dem 4. und 24. März 2026, Proben von Schotter und führte gleichzeitig Messungen der Luftqualität durch. Die Untersuchungen an festen Gesteinsproben von der Fahrbahnoberfläche wurden mit einem Polarisationsmikroskop, mittels Phasenkontrastmikroskopie und mit einem Rasterelektronenmikroskop durchgeführt. Die Konzentration anorganischer Schwebstaubpartikel in der Umgebungsluft wurde mittels Rasterelektronenmikroskopie gemäß ISO 14966 und VDI 3492 ermittelt.



Abb. 1. Staubige, unbefestigte Fahrbahn in Szombathely während des Verkehrsbetriebs.
Quelle: KÖR-KER Kft., Gutachten, Fotodokumentation, S. 12; Aufnahme vom 25. März 2026 [1].
3. Ergebnisse der Untersuchung und Risikobewertung

Die ersten Luftmessungen mussten aufgrund des Regens bereits nach etwa drei Stunden statt der geplanten 24 Stunden abgebrochen werden. Bei der zweiten Messung war die Staubbelastung in der Umgebung so hoch, dass die Filter bei Proben mit längerer Probenahmedauer überlastet wurden und die Ergebnisse nicht ausgewertet werden konnten. Schon diese Probleme bei der Messung und deren vorzeitiger Abbruch deuten darauf hin, dass es auf einer trockenen, durch den Verkehr belasteten Fahrbahn mit Schotter zu einer außergewöhnlichen Staubentwicklung kommen kann.

Bei den an den entnommenen Gesteinsproben durchgeführten Polarisations- und Phasenkontrastmikroskopie-Untersuchungen wurde in sechs von zwölf Schotterproben Asbest nachgewiesen. Die ausschließlich für die elektronenmikroskopische Untersuchung entnommene Probe war ebenfalls positiv. In dem untersuchten Gesteinsmaterial wurden Mineralien wie Tremolit, Chrysotil und Aktinolith identifiziert. Eine akkreditierte elektronenmikroskopische Untersuchung des Straßenabschnitts vor dem Haus Nr. 11 in der Síp-Straße ergab das Vorhandensein von Tremolit und Aktinolith. Der Asbestgehalt der betreffenden Probe lag über 50 Gewichtsprozenten. Es ist jedoch anzumerken, dass bei dieser Probe die Probenahme selbst nicht nach einer akkreditierten Methode erfolgte, weshalb das Ergebnis unter Berücksichtigung dieser methodischen Einschränkung zu bewerten ist [1].

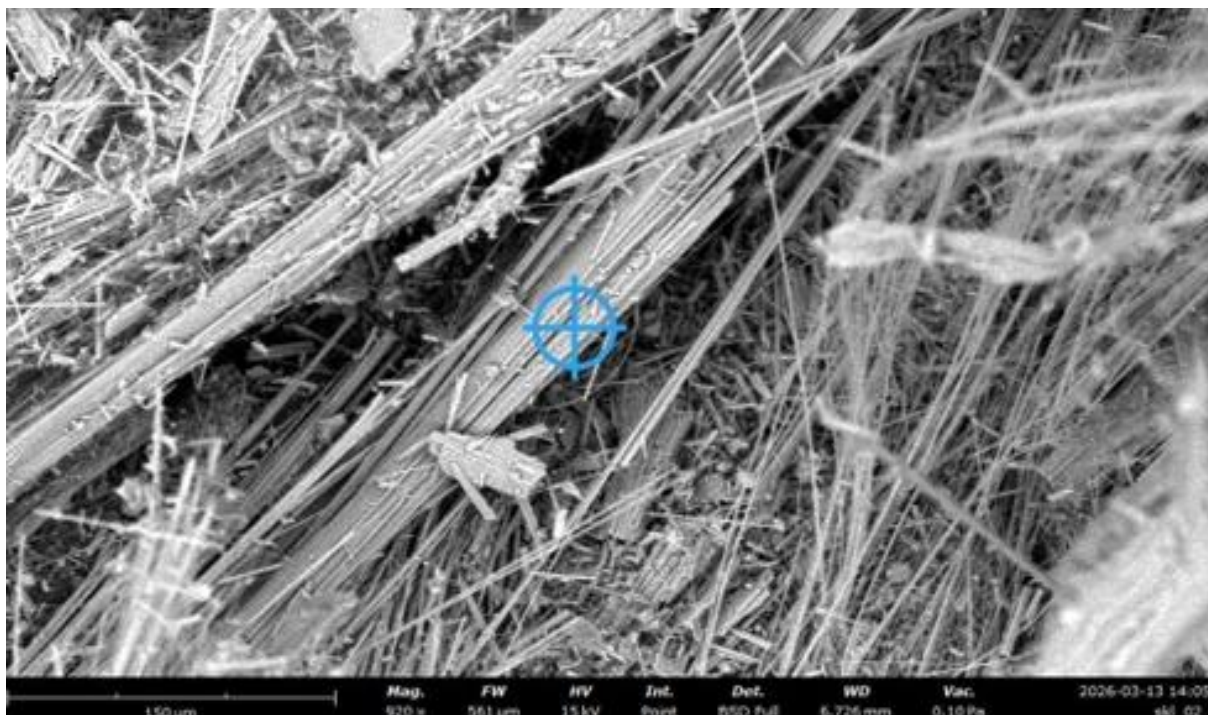


Abb. 2. Aufnahme von Tremolit-Asbest unter einem Rasterelektronenmikroskop (SEM)
Quelle: KÖR-KER Kft., Prüflabor, im Rahmen einer SEM-Untersuchung von Gesteinsproben aus der
Fahrbahn vor dem Haus Nr. 11 in der Síp-Straße aufgenommenes Bild, 13. März 2026; das
entsprechende Prüfergebnis s. unter [1], S. 4.

Im Rahmen der Begutachtung wurden auch die bei der Luftqualitätsmessung entnommenen Proben ausgewertet. Die Messung vom 24. März 2026 erfolgte im Gegensatz zur Messung vom 4. März 2026 unter trockenen Bedingungen. Aufgrund dessen war die Messung von starker Staubbelastung in der Umgebung begleitet, was zu einer Überlastung der Filter führte. In zwei nicht akkreditierten Proben, die jeweils eine Stunde lang entnommen wurden, wurden Konzentrationen von 292 100 bzw. 208 000 Fasern/m³ gemessen. Diese Werte ersetzen zwar keine akkreditierten 24 – Stunden-Messungen, belegen jedoch außerordentlich gut, dass bei hohem Verkehrsaufkommen eine extrem hohe Belastung der Luft und der Umwelt durch Asbestfasern innerhalb kurzer Zeit auftreten kann.

Laut der Zusammenfassung des Gutachtens belegen der in festem Straßenbelag nachgewiesene Asbest sowie die in der Luft gemessene Faserkonzentration, dass sich die unbefestigte Straßenoberfläche bei trockenem Wetter, wenn erhöhte Staubentwicklung auftritt, wie eine diffuse Asbestquelle verhält. Das Risiko ergibt sich also nicht aus der bloßen Anwesenheit von Asbest, sondern daraus, dass durch Verkehr, Wind, Austrocknung und spätere Erdarbeiten Fasern in die Luft freigesetzt werden können [1], [2]. Vgl. Tab. 1.

Datum	Standort	Dauer der Probenahme	Faser/m ³	Akkreditiert
4. 3. 2026	Síp-Str. Nr. 16	173 min	34 809	ja
4. 3. 2026	Síp-Str. Nr. 70	169 min	41 711	ja
24. 3. 2026	Síp-Str. Nr. 70	60 min	292 100	nein
24. 3. 2026	Síp-Str. Nr. 70	60 min	208 000	nein

Tab. 1. Wichtigste Ergebnisse der Außenluftproben in Szombathely

Anmerkung: Die Ein-Stunden-Proben vom 24. März 2026 stammen aus nicht akkreditierten Probenahmen.
Quelle: [1].



Landesweite Ausmaße und Folgen des Abtransports

Ein vollständiges Verzeichnis der betroffenen Standorte in Ungarn sowie die nachweislich kontaminierte Materialmenge liegen bislang nicht vor. Den bekannten Daten zufolge lässt sich jedoch ableiten, dass derzeit von etwa 1,4 Millionen Tonnen Gesteinskörnung auszugehen ist, die potenziell Asbest enthalten. Dabei handelt es sich nicht um offizielle Inventurdaten, sondern um eine landesweite Schätzung, deren Zweck darin besteht, die Größenordnung einer möglichen Maßnahme zu verdeutlichen.

Wäre es notwendig, diese gesamte Menge abzutragen und als Sondermüll wegzutransportieren, wären mehrere Zehntausend Lkw-Fahrten dafür erforderlich. Genauer gesagt 58 000 bis 64 000 Lkw-Fahrten bei einer Nutzlast von 22 bis 24 Tonnen pro Fahrzeug. Das entspricht etwa 20 Millionen Fahrzeug Kilometern. Da anstelle des abgetragenen Gesteinsmaterials auch neuer, nachweislich sauberer Schotter eingebaut werden müsste, würde die Anlieferung des Ersatzmaterials ein zusätzliches Transportvolumen in ähnlicher Größenordnung bedeuten. Das gesamte Transportvolumen in beiden Richtungen könnte sich somit auf 40 Millionen Fahrzeugkilometer belaufen.

Nach Schätzungen der Autoren beläuft sich die gesamte Klimabelastung durch Transport, Abbau, Brechen und Zerkleinern eines asbestfreien Gesteins auf etwa 50 000 Tonnen CO₂-Äquivalente. Diese Zahl berücksichtigt nicht in vollem Umfang die Emissionen von Abbruch- und Lademaschinen, der vorübergehende Lagerung, der während der Arbeiten erforderlichen Entstaubung, der Dekontaminierung, der Aufbereitung auf der Deponie sowie der Umleitungen im Verkehr und kann daher nicht als Obergrenze angesehen werden. Für die endgültige Veröffentlichung der Berechnung sind die Quellen für die verwendeten spezifischen Emissionsfaktoren gesondert anzugeben.

Die Kosten haben zudem eine landesweite Dimension. Bei einem voraussichtlichen Gesamteinheitspreis für die Sanierung von 140 000 HUF/t (HUF = ungarischer Forint) schätzen die Autoren, dass sich die Grundkosten für die Sanierung von 1,4 Millionen Tonnen Gesteinskörnung auf 196 Milliarden HUF belaufen. Das Problem lässt sich daher nicht aus den Budgets einzelner Gemeinden für die Straßeninstandhaltung finanzieren.

Eine vollständige Sanierung besteht nicht nur darin, das Gesteinsmaterial „aufzuladen und abzutransportieren“. Sie erfordert Abtragung in Wohngebieten, kontinuierliche Befeuchtung, eine geschlossene Kette von Verladung und Transport, die Dekontamination des Arbeitsbereichs und der Fahrzeuge, Maßnahmen zur Bewältigung der Deponiekapazitäten, sofortige Abdeckung, die Sanierung des ursprünglichen Standorts und die Entsorgung der verbleibenden Feinanteile. Dieses allgemeine Vorgehen ist möglicherweise nicht für alle betroffenen Standorte geeignet und reicht daher als landesweiter Maßstab nicht aus. Es ist nur dann vertretbar, wenn die Risiken und Umweltauswirkungen bekannt sind.

Position	Voraussetzung	Schätzergebnis
Lkw-Fahrten	Nutzlast 22–24 t	ca. 58–64 tsd.
Abtransport	vorläufige Wirtschaftlichkeitsberechnung	ca. 20 Mio. Fzkm
Antransport von Ersatzmaterial	eine vergleichbare Logistikleistung	ca. 20 Mio. Fzkm
Klimabelastung	vorläufige Emissionsberechnung	Ca. 50 tis. t CO ₂
Netto-Grundkosten	voraussichtlicher Einzelpreis 140 000 HUF/t	196 Mrd. HUF

Tab. 2. Sensitivitätsszenario zur landesweiten Hochrechnung von 1,4 Millionen Tonnen

Die Tabelle stellt weder eine offizielle Bestandsaufnahme noch einen Kostenvoranschlag dar, sondern eine vorläufige Hochrechnung, die die hypothetische Größenordnung der Maßnahme veranschaulicht.



Handlungsmöglichkeiten und Entscheidungsgrundsätze

Die dringendste Aufgabe besteht darin, die Staubentwicklung und die Exposition der Bevölkerung gegenüber Asbeststaub zu verringern. Das Gutachten für Szombathely empfahl, die Oberfläche dauerhaft feucht zu halten, den Verkehr einzuschränken, schwere Lastkraftwagen auszuschließen und den Aufenthalt im Freien an trockenen und staubigen Tagen zu vermeiden [1]. In den Information sunterlaen der Behörde wird zudem als Grundlage für den unmittelbaren Schutz die Verringerung der Staubbelastung auf unbefestigten Straßen durch die Abdeckung der Fahrbahn mit speziellen Schichten, insbesondere auf Asphaltbasis, oder durch Verkehrsbeschränkungen angegeben [2].

Aus langfristiger Sicht bieten sich zwei grundlegende Lösungen an: die kontrollierte Abtragung des asbesthaltigen Gesteins oder die Umwandlung des vor Ort verbleibenden Materials in einen dauerhaft staubfreien Zustand und dessen Abdeckung durch eine Fahrbahndecke. Die Entscheidung zwischen diesen Varianten sollte nicht auf ideologischer Grundlage getroffen werden, sondern auf der Grundlage einer ingenieurtechnischen Entscheidung, die auf die jeweiligen Standorte zugeschnitten ist.

Die Abtragung von kontaminiertem Schotter kann vor allem an Stellen gerechtfertigt sein, an denen die kontaminierte Schicht aufgrund des Zugangs zu Versorgungsleitungen, der Entwässerung, baulicher Mängel oder der künftigen Nutzung des Geländes nicht dauerhaft verschlossen werden kann. In diesem Fall muss das asbesthaltige Gesteinsmaterial abgetragen und der Transport so durchgeführt werden, dass der geschlossene Arbeitsablauf so wenig wie möglich unterbrochen wird und die Arbeitssicherheit gewährleistet ist. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass das kontaminierte Gesteinsmaterial entweder auf bestehende Deponien für gefährliche Abfälle mit einer begrenzten Kapazität abtransportiert werden müsste oder im Rahmen eines Sonderverfahrens ein Standort eingerichtet würde, an dem es sicher gelagert und überdeckt werden kann. Es ist jedoch anzumerken, dass es eine Reihe moderner ingenieurtechnischer Lösungen gibt, mit denen sich diese insgesamt kontraproduktive Option vermeiden lässt, wie im Folgenden beschrieben wird.

Das Ziel der Sanierungsmaßnahmen vor Ort besteht nicht darin, das Problem einfach zu verdecken, sondern solche Maßnahmen durchzuführen, die gewährleisten, dass keine Asbestfasern erneut in die Umwelt gelangen. Die Hauptprinzipien des untersuchten technischen Konzepts sind: Aufteilung der Arbeitsbereiche in kürzere Abschnitte; Verfestigung des zerkleinerten Gesteins durch ein flüssiges Bindemittel, das durch Schwerkraft in das Gestein eindringt bzw. von diesem aufgesaugt wird; nach dem vorherigen Schritt Imprägnierung der Oberfläche durch Penetration; Bitumen-, Geokomposit- und Asphalt-Deckschichten, die als mehrschichtige Lösung zur Überdeckung der Oberfläche dienen; vollständige Abdichtung der Straßenränder; und schließlich die genaue Dokumentation der behandelten Schicht in einem Register. Als flüssiges Bindemittel kommen Silikat- oder Geopolymermaterialien in Frage. Die Eindringtiefe hängt jedoch von der Dicke der Schotterschicht und von dessen Korngröße ab; dennoch ist es erforderlich, das für den jeweiligen Standort geeignete Bindemittel auf der Grundlage von Versuchen sorgfältig auszuwählen.

Vor dem flächendeckenden Einsatz von Sanierungsmethoden im gesamten betroffenen Gebiet sind daher Laboruntersuchungen und die Einrichtung eines Versuchsabschnitts erforderlich. Der Versuchsabschnitt muss nicht nur nachweisen, dass die behandelte Schicht tragfähig und wasserbeständig ist, sondern auch, dass die Freisetzung von Asbestfasern sowohl während als auch nach Abschluss der Sanierungsarbeiten unter dem festgelegten Richtwert bleibt. Es sind Eindringtiefe des Bindemittels, Staubentwicklung, Verdichtbarkeit, Verhalten unter Frost-Tau-Wechsel, langfristige Belastbarkeit und Verbindung benachbarter Schichten zu überprüfen.

Als Entscheidungssequenz wurden daher folgende Schritte festgelegt: landesweites und lokales Register; repräsentative Probenahme; Messung der tatsächlichen Exposition gegenüber Asbestfasern; Klassifizierung des Risikos einer Kontamination des Standorts mit Asbestfasern; Vergleich verschiedener Sanierungsvarianten unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Umwelt, um die Vorzüge einer der Sanierungsmethoden zu ermitteln (Ersatz des kontaminierten Schotters durch neuen, sauberen



Fahrbahnbelag oder Sanierung vor Ort); Umsetzung eines Probeabschnitts am betreffenden Standort mit anschließender Emissionsüberwachung; schließlich Auswahl geeigneter Technologien für die jeweiligen Abschnitte auf dem gesamten Gelände.

Als Fazit zur aktuellen Situation lässt sich feststellen, dass zur Verringerung der Staubentwicklung – also zur schnellstmöglichen Milderung oder Beseitigung der Umweltbelastung – bereits vor der Entscheidungsfindung eine Penetrationsstabilisierung des Bodens durchgeführt werden muss, da mit dieser Maßnahme unverzüglich begonnen werden kann und gleichzeitig die Möglichkeit einer endgültigen Lösung offen bleibt – schließlich lässt sich selbst im Falle der Abtragung des kontaminierten Gesteins eine Stabilisierung der Körner gegen Staubentwicklung nicht vermeiden.

Eine Lehre für die Kreislaufwirtschaft

Das Ziel der Kreislaufwirtschaft besteht nicht darin, Materialien um jeden Preis im Umlauf zu halten, sondern darin, Ressourcen sicher und verantwortungsbewusst zu nutzen. Der Fall des mit Asbest kontaminierten Schotters bietet einige wichtige Erkenntnisse.

Erstens: Ein natürlicher Ursprung eines Produkts bedeutet nicht automatisch, dass dieses unbedenklich ist. Der geologische Ursprung des Gesteins hat keinen Einfluss auf die gesundheitlichen Eigenschaften der darin enthaltenen Asbestfasern. Wenn (in seinem natürlichen Zustand unbedenkliches) Gestein abgebaut, zerkleinert, transportiert und in einem bewohnten Umfeld als mechanisch beanspruchte Oberfläche verbaut wird, kann es zu Situationen kommen, in denen die Umwelt und Menschen wirklich gefährlichen Stoffen ausgesetzt werden.

Zweitens: Voraussetzungen für einen sicheren Materialkreislauf sind ein Herkunftsnachweis, eine detaillierte mineralogische Analyse des gelieferten Gesteins, die Prüfung auf potenziell gefährliche Eigenschaften sowie die Transparenz der gesamten Lieferkette. Es reicht nicht aus, das Material als „Naturstein“, „Schotter für Straßenbeläge“ oder „inerten Stoff“ zu bezeichnen. Bei Materialien, die aus risikobehafteten geologischen Formationen stammen, müssen sich die Prüfungen vor dem Inverkehrbringen auch auf krebserregende Stoffe erstrecken.

Drittens: Die Abfallhierarchie darf nicht rein mechanisch angewendet werden. Die Verwertung des Materials und dessen Verbleib vor Ort sind nur dann vorteilhafter, wenn das Gesamtrisiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt tatsächlich gering ist. Ebenso kann der Abtransport nicht automatisch als die sicherste Lösung angesehen werden, wenn die Abtragung, der Abtransport und die Lagerung selbst zu einer höheren Exposition führen.

Viertens: Gefährliches Material, das vor Ort verbleibt, muß auch in verschiedenen Datenbanken, insbesondere im Grundbuch, erfaßt werden. Im Register müssen der genaue Standort, der Umfang, die Tiefe, die bei den Sanierungsarbeiten angewendete Technologie, das Datum der Maßnahme sowie Hinweise für eventuelle spätere bautechnische Eingriffe vermerkt sein. Jeder Eingriff in die Versorgungsnetze und jede Instandhaltungsmaßnahme an der Straße muß durch ein separates Arbeitssicherheitsprotokoll begleitet werden. Ohne diese Maßnahmen führt die Versiegelung von asbesthaltigem Schotter lediglich dazu, dass das Problem aufgeschoben wird.

Unter Berücksichtigung der Umstände und der analysierten Risiken läßt sich feststellen, dass bei einer lokalen Sanierung des kontaminierten Schotters durch Penetration und Imprägnierung, dem sogenannten „In-situ-Verfahren“, keine späteren Nachbehandlungen oder Eingriffe zu befürchten sind. Wenn Sanierungsarbeiten im Register erfaßt sind und bei der Planung möglicher Maßnahmen berücksichtigt werden, lassen sie sich weiter regulieren und kontrollieren. Im Gegensatz dazu sind die vollständige Abtragung und der Abtransport mit großflächigen Zerstörungen, der Verladung, dem Transport und der Lagerung der kontaminierten Schicht verbunden, wodurch an mehreren Stellen der Arbeitskette asbestfaserhaltiger Staub entstehen kann. Dies stellt ein erhebliches Expositionsrisiko dar. Darüber hinaus muß mit möglichen menschlichen Fehlern gerechnet werden, die sich auf die damit verbundene Risikohöhe auswirken können. Das spätere Freilegen der stabilisierten Schicht erfordert natürlich weiterhin ein



separates Arbeitsschutz- und Umweltschutzprotokoll, doch ist der Eingriff räumlich begrenzt und im Voraus identifizierbar. Eine vor Ort fixierte Asbestschicht in staubfreier Form stellt in unberührten Abschnitten ein wesentlich geringeres Risiko der Faserfreisetzung dar als das vorhandene zerkleinerte Gestein in loser Form. Dies schließt jedoch nicht aus, dass an bestimmten Standorten kontrollierte Abtragung und Ersatz des kontaminierten Schotters unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten eine gerechtfertigte Lösung darstellen kann.

Die wichtigste Botschaft lautet: Die Kreislaufwirtschaft ist nur dann nachhaltig, wenn sie sicher ist. Eine unkontrollierte Weitergabe oder Wiederverwendung von kontaminiertem Material ist keine Kreislaufwirtschaft, sondern ein Risiko, das in den Kreislauf eingebracht wird.

Schlußfolgerungen

Die Straßen mit kontaminiertem Schotter in Westungarn haben zu einer besonderen Situation geführt, in der die Sanierungsarbeiten nicht automatisch durch ein einziges systematisches Paket von Bauarbeiten bzw. Maßnahmen an allen betroffenen Standorten durchgeführt werden können. Die Untersuchungen in Szombathely haben gezeigt, dass sich von einer unbefestigten Schotteroberfläche auf einer Fahrbahn, die starkem Verkehr ausgesetzt ist, Asbestfasern lösen können, die im trockenen Zustand eine erhebliche Belastung für die Umwelt darstellen. Dies erfordert langfristige Maßnahmen sowie ein sofortiges Zusammenwirken aller betroffenen Behörden, um die Risiken zu verringern.

Die als landesweite Schätzung herangezogene Menge von 1,4 Millionen Tonnen kontaminiertem Gesteinsmaterial zeigt, dass eine flächendeckende Abtragung und der Abtransport an sich bereits mit einem außerordentlichen Gesundheitsrisiko verbunden wären und spezielle logistische, finanzielle, ökologische und sicherheitstechnische Maßnahmen erfordern würden. Die Maßnahmen sollten daher entsprechend den Risikokategorien gewählt werden. An Standorten, an denen nicht gewährleistet werden kann, dass die Fahrbahn mit kontaminiertem Schotter sicher abgedeckt werden kann, ist eine kontrollierte Abtragung des Schotters die ideale Lösung. An Standorten, an denen sich das Material jedoch angemessen immobilisieren, verfestigen und abdecken läßt, kann eine Sanierung vor Ort eine geringere Umweltbelastung und ein geringeres Risiko darstellen.

Folgende landesweite Maßnahmen sind gerechtfertigt: einheitliches Standortregister und Protokoll zur Probenahme; sofortige Reduzierung der Staubbelastung auf gefährlichen Abschnitten; Durchführung von vergleichenden Testabschnitten unter Anwendung möglicher Sanierungsverfahren; Errichtung geeigneter regionaler Deponien für die dauerhafte Lagerung des mit Asbest kontaminierten Schotters; langfristige Erfassung sanierter Standorte; verstärkte Kontrolle von Gesteinskörnungen, die gefährliche Mineralien enthalten, vor deren Inverkehrbringen.

Das Ziel besteht nicht darin, eine möglichst große Menge an Material zu entfernen, sondern die Menge an freischwebenden Asbestfasern auf den niedrigstmöglichen Wert zu reduzieren, um die unerwünschten Auswirkungen dieses Stoffes auf Lebewesen und die Umwelt zu verringern. Es ist nicht zulässig, die Gefahr weiter zu verschärfen oder die unter der Bevölkerung entstandene Panik noch zu verstärken. Im Gegenteil, man muß sie ernst nehmen mit dem Ziel, sie vollständig zu beseitigen. Dazu sind eine kontinuierliche Überwachung und der Dialog mit den Bürgern erforderlich.

Literaturnachweis

- [1] KÖR-KER Kft.: Szakértői vélemény. Útburkolati közet azbeszttartalmának, valamint környezeti levegő szervesetlen szállórost-koncentrációjának vizsgálata. Szombathely, Síp utca és környező területek. 2026. április 8.
- [2] Vas Vármegyei Kormányhivatal: Gyakran ismételt kérdések az ausztriai bányákból származó azbeszttartalmú kőzúzalék ügyében. 2026.



- [3] 4/2011. (I. 14.) VM rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.
- [4] Ágoston Csaba: Azbesztügy: Ej, mi a kő, velünk élő középkor? Szakmai tanulmány, 2026.
- [5] Wagner Ernő, Dr. Török Ákos, Dr. Szendefy János: Helyszíni stabilizálási elgondolás azbeszttel szennyezett zúzalékos utakra. Belső műszaki munkaanyag, 2026.
- [6] Wagner Ernő, Dr. Török Ákos, Dr. Szendefy János: Szakvélemény és pályaszerkezeti javaslat azbesztszennyezett lakóutak felújítására. Belső műszaki munkaanyag, 2026.



Übersicht der einzelnen Noten

30. Jahrgang	Stadt und Kreislaufwirtschaft (2026)
29. Jahrgang	Stadt und nachhaltige Mobilität (2025)
28. Jahrgang	Stadt und Energie (2024)
27. Jahrgang	Stadt und Wasser (2023)
26. Jahrgang	Stadt und Industrie (2022)
25. Jahrgang	Stadt und Licht (2020 – Ersatztermin 2021)
24. Jahrgang	Städtebau im öffentlichen Untergrundbereich (2019)
23. Jahrgang	Verkehr in Städten (2018)
22. Jahrgang	Stadtarchitekt – Stadttechniker (2017)
21. Jahrgang	Stadt und Umnutzung von Industrieflächen (2016)
20. Jahrgang	Kirchenbauten und Stadt (2015)
19. Jahrgang	Schulwesen und Stadt (2014)
18. Jahrgang	Hochwasser und Stadt (2013)
17. Jahrgang	Kurbäder und Stadt (2012)
16. Jahrgang	Vom Militärischen zum Zivilen (2011)
15. Jahrgang	Es war hier eine Stadt, eine Landschaft... (2010)
14. Jahrgang	Sportbauten und Stadt (2009)
13. Jahrgang	Flughafen und Stadt (2008)
12. Jahrgang	Gesunde Stadt aus Sicht der Stadttechniker (2007)
11. Jahrgang	Eisenbahn und Stadt (2006)
10. Jahrgang	Revitalisierung von Siedlungen – ein Bestandteil von Revitalisierung eines städtischen Ballungsgebiets (2005)
9. Jahrgang	Problematik von Neubauten in historischen Stadtzentren (2004)
8. Jahrgang	Umbau von historischen Stadtzentren aus Sicht von Stadttechnikern (2003)
7. Jahrgang	Neue im Bereich Stadttechnik verwendete Werkstoffe und Technologien (2002)
6. Jahrgang	Stadt – ein Standort für die Zusammenarbeit von Architekten und Stadttechnikern (2001)
5. Jahrgang	Öffentliche Stadtflächen – Wasser, Grünanlagen, Stadtmobiliar (2000)
4. Jahrgang	Baum und Stadt (1999)
3. Jahrgang	Kaufzentren – ein neues Phänomen im Leben der Städte (1998)
2. Jahrgang	Wohnbereiche und Stadt (1997)
1. Jahrgang	Stadttechnik – eines der Gebiete der ČKAIT–Autorisation (1996)

Webseite:

DE: mestske-inzenyrstvi.ckait.cz/de/

CZ: mestske-inzenyrstvi.ckait.cz/



Was ist Städtebau?

Stadttechnik ist ein multidisziplinäres Gebiet, das die Methodik zur Lösung, Entscheidungsfindung und Koordinierung der mit der Planung und Entwicklung sowie mit dem späteren Betrieb von Gemeinden und Städten verbundenen technischen sowie wirtschafts- und umwelttechnischen Probleme umfaßt. Sie erfordert eine komplexe Sichtweise, die im Fachwissen über Teilspezialisierungen und in gegenseitiger Wahrnehmung von Bedürfnissen, Verhältnissen und Zusammenhängen aus Sicht der Gestaltung, Ausführung und des Betriebs sämtlicher Infrastruktur im jeweiligen Gebiet besteht. Sie umfaßt Aspekte des Gesamtkonzepts einer nachhaltigen Entwicklung eines urbanisierten Gebiets, darunter insbesondere die Fragen der Raumplanung und der öffentlichen Infrastruktur, vor allem in den Bereichen Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und-behandlung, Energieversorgung (Strom, Gas, Wärme), Optimierung von öffentlichen Verkehrswegen in der Innenstadt, Abfallmanagement, Gebäude und Anlagen zum Schutz vor Naturkatastrophen, Lösungen für öffentliche Flächen, Stadtmobiliar, Verkehrstechnologien oder Smart City- und IST-Ansätze usw.

Auf dem Gebiet der Stadttechnik spezialisierte Experten sollten unter Berücksichtigung der technischen Aspekte des Funktionierens einer Stadt darauf achten, dass für Siedlungsbewohner günstige Lebensbedingungen auch unter ästhetischen, ökologischen, kulturellen und sozialen Gesichtspunkten sichergestellt werden.

Die Stadttechnik ist immer noch auf der Suche nach geeigneten Methoden und Instrumenten, um ein gutes Funktionieren des Territoriums einer Stadt bzw. Gemeinde, deren bebauten und bebaubaren Gebiets sicherzustellen. Eines der geeigneten Instrumente, die in der Praxis eines Stadttechnik-Ingenieurs eingesetzt werden können, ist die Digitalisierung der relevanten Tätigkeiten, darunter insbesondere BIM und künftig auch die anschließende Gestaltung der digitalen gebauten Umwelt sowie neue technische und technologische Ansätze.

TAGUNGSBAND ZUR 30. INTERNATIONALEN KONFERENZ ČKAIT STADTTECHNIK KARLSBADER REGION
– STADT UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

Herausgeber: Tschechische Kammer autorisierter Bauingenieure und -techniker,
Sokolská 15, Praha 2

1. Ausgabe (elektronisch)

Verantwortliche Redakteurin: Ing. Dominika Mandíková

Grafische Gestaltung: Ing. Renata Karasová, Ing. Dominika Mandíková

Seiten: 43

Prag, Oktober 2026

ISBN: 978-80-909384-6-5



Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě

- je nejsilnější veřejnoprávní stavovská organizace ve stavebnictví
- sdružuje více než 32 tisíc autorizovaných inženýrů, techniků a stavitelů, kteří vykonávají pro stavebníky vysoce kvalifikované činnosti jako projektant, stavbyvedoucí a technický dozor stavebníka

Autorizované osoby se mohly stát členy ČKAIT jen na základě dosaženého vzdělání, praxe a úspěšného složení předepsané zkoušky odborné způsobilosti.

ČKAIT byla založena v roce 1992 autorizačním zákonem (zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě) jako veřejnoprávní stavovská organizace. ČKAIT je orgán veřejné moci.

Ve vybraných činnostech ve výstavbě došlo zákonem k přenesení výkonu státní správy na fyzické osoby: autorizované inženýry, techniky, stavitele, architekty a zeměměřické inženýry.

Do působnosti Komory náleží zejména

- pečovat o stavební kulturu a utváření vystavěného prostředí,
- spolupůsobit při ochraně veřejných zájmů ve výstavbě,
- vydávat standardy výkonů a dokumentace,
- podporovat odborné vzdělávání a napomáhat šíření odborných informací,
- spolupracovat s orgány státní správy a samosprávy,
- udělovat autorizace v 11 oborech a 2 specializacích,
- vést veřejně přístupné databáze autorizovaných osob.



ckait.cz
ckait@ckait.cz
+420 227 090 111

SLOVENSKÁ KOMORA STAVEBNÝCH INŽINIEROV

PARTNER AUTORIZOVANÝCH STAVEBNÝCH INŽINIEROV



HLAVNÉ ČINNOSTI SKSI

- organizuje a vykonáva autorizačné skúšky a skúšky odbornej spôsobilosti pre stavbyvedúcich, stavebný dozor a energetickú certifikáciu,
- vydáva oprávnenia na autorizáciu a odbornú spôsobilosť,
- vedie zoznam autorizovaných inžinierov, register hostujúcich osôb a evidenciu odborne spôsobilých osôb na výkon činnosti stavbyvedúceho, stavebného dozoru a energetickej certifikácie,
- uznáva odborné kvalifikácie v odbore stavebníctvo,
- organizuje odborné vzdelávanie, poskytuje a pripravuje semináre pre autorizovaných stavebných inžinierov a členov po odbornej aj osobnostne vzdelávacej oblasti nielen v stavebnom sektore,
- v rámci informačnej a poradenskej činnosti podporuje vydávanie odborných publikácií a časopisov.



HLAVNÉ VÝHODY

Združujeme viac ako 5 000 autorizovaných stavebných inžinierov a ďalších odborníkov oprávnených vykonávať regulované povolanie. Chránime ich profesijné postavenie, presadzujeme ich záujmy a vytvárame podmienky na rozvoj inžinierskej profesie.



PROFESIJNÉ POISTENIE

Profesijné poistenie zodpovednosti za škodu podľa § 12 zákona č. 138/1992 Zb. poskytuje členom SKSI výhodnejšie podmienky oproti individuálne uzatvorenému poisteniu. Členovia si zároveň môžu dojednať aj poistenie právnických osôb. Výhodou je aj to, že v prípade poistného plnenia poisťovňa vychádza z výšky poistného platného v období projektovania, nie zo sadzby platnej v čase vzniku poistnej udalosti.



NORMY – SLUŽBA STN ON-LINE

Členovia komory získavajú online prístup k STN normám a možnosť objednať si tlačene vydanie vybraných technických noriem.



CELOŽIVOTNÉ VZDELÁVANIE A ODBORNÉ PODUJATIA

SKSI pravidelne pripravuje pre členov vzdelávacie aktivity a odborné podujatia. Záznamy z online seminárov a konferencií zverejňuje na e-learningovej platforme ERUDIO 2000. Prostredníctvom ERUDIO 2000 sa odborníci vzdelávajú aj off-line. Podporuje vzdelávacie aktivity partnerov.



PODCAST Z KOMORY

Pravidelný podcast SKSI prináša rozhovory s odborníkmi, projektantmi, autorizovanými inžiniermi a zástupcami stavebného sektora. Členovia získavajú aktuálne informácie o legislatíve, technických témach, významných projektoch a dianí v profesii.



SÚŤAŽ CING – CENA ZA INŽINIERSKÉ DIELO

Prestížna súťaž SKSI oceňuje výnimočné inžinierske diela a osobnosti stavebného inžinierstva. Členovia komory majú možnosť prezentovať svoje projekty, získať odborné uznanie a zviditeľniť realizované projekty.

PODCAST



Z KOMORY

VŠETKO O STAVEBNÍCTVE
POD JEDNOU STRECHOU

Rozhovory, ktoré prinášajú odborné
témy, inšpiráciu a aktuálne
informácie zo sveta stavebníctva.

Nové epizódy
každý mesiac na:



CENA
INŽINIERSKÉJ
KOMORY
VO VÝSTAVBE

Prestížne ocenenie
slovenského stavebného
inžinierstva

Oceňujeme výnimočné
inžinierske diela a osobnosti,
ktoré formujú našu krajinu.

www.cenaing.sk



www.skisi.sk



[/SKSI.sk](https://www.facebook.com/SKSI.sk)



[/company/skisi](https://www.linkedin.com/company/skisi)



[/SKSI](https://www.youtube.com/SKSI)



INGENIEURKAMMER SACHSEN

Ingenieurkammer Sachsen: Wir vertreten Ihre Interessen.

Die Ingenieurkammer Sachsen ist Partner für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik. Sie fungiert als Dienstleister und Plattform für das Engagement ihrer Mitglieder.

Zugleich unterstützt die Ingenieurkammer Sachsen ihre Mitglieder bei:

- Fragen der **Berufspolitik** und des **Marketings** für Ingenieure,
- der **Rechtsberatung**,
- der **Ingenieurversorgung** durch ein attraktives Versorgungswerk sowie
- der **Fortbildung** durch qualifizierte Angebote der Freien Akademie der Ingenieure.

Vernetzen Sie sich mit der Ingenieurkammer Sachsen:



INSTAGRAM

[@ingsachsen](https://instagram.com/ingsachsen)



LINKEDIN

<https://linkedin.com/company/ingenieurkammer-sachsen>

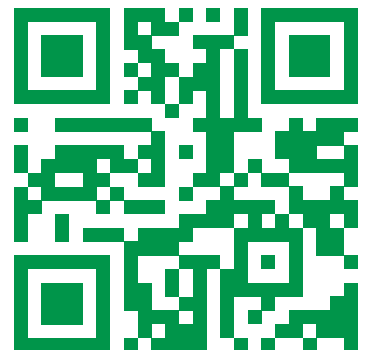
Kontakt:

Annenstraße 10 · 01067 Dresden

Telefon: +49 351 43833-60

E-Mail: post@ing-sn.de

Weitere Informationen unter:



<https://ing-sn.de>

SACHSEN . LAND DER
INGENIEURE

**BRANDENBURGISCHE
INGENIEURKAMMER**

Schlaatzweg 1 | 14473 Potsdam

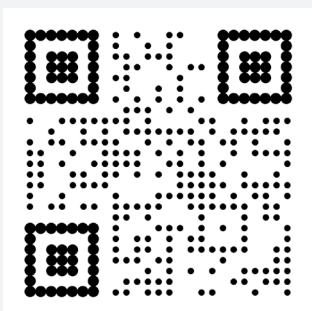
Telefon: 0331 743 18 10
Fax: 0331 743 18 30
E-Mail: info@bbik.de
Web: www.bbik.de

BBIK

Brandenburgische Ingenieurkammer
Körperschaft des öffentlichen Rechts



- ♦ Baukultur
- ♦ Berufsethik
- ♦ Berufliche Entwicklung
- ♦ Berufsstand
- ♦ Freie Berufe
- ♦ Ingenieurberufe
- ♦ Interessenvertretung
- ♦ Nachwuchsförderung
- ♦ Selbstverwaltung
- ♦ Weiterbildung



Kammer für alle Ingenieure in Brandenburg

Als „große Kammer“ steht die BBIK Ingenieuren aller Fachrichtungen offen. Wir fördern den Austausch, bieten rechtliche Unterstützung und stärken das Ansehen des Berufsstandes.

Interessenvertretung

Die Brandenburgische Ingenieurkammer (BBIK) vertritt seit 1994 die berufspolitischen, wirtschaftlichen und fachlichen Interessen von rund 2.000 Ingenieuren und Ingenieurinnen in Brandenburg. Sie engagiert sich für Bauwesen, Bauwirtschaft, Freie Berufe und steht im Austausch mit öffentlichen Behörden und Institutionen.

Unser Service für Mitglieder

Mitgliedern der BBIK bieten wir umfassende Informationen, Beratung und Services, die sie in ihrer beruflichen Praxis unterstützen. Ob Bauvorlageberechtigte, Sachverständige oder Nachwuchsingenieure – wir stehen Ihnen zur Seite.