

Temperaturabsenkung bei der Verarbeitung von Bitumen – eine Chance für Umwelt, Arbeitsschutz und Wirtschaft

M. Bretschneider-Hagemes, H. Schmidt, R. Rühl

Zusammenfassung Die Diskussion um die temperaturabgesenkte Verarbeitung von Bitumen wird bereits seit einigen Jahren kontrovers geführt. Begriffsunschärfen zwischen Bitumen und Teer sowie damit einhergehende Assoziationen zu krebserregenden Auswirkungen der jeweiligen Expositionen bestimmen den Diskurs ebenso wie Vorbehalte gegen Kosten und Nutzen der neuen Verarbeitungsverfahren. Aus Sicht des Arbeitsschutzes ist eine Verfahrensumstellung ohnehin wünschenswert, Expositionslasten der Arbeitnehmer können so drastisch reduziert werden. Dass ein „return on prevention“ durch vielfältige Verbesserungen des betreffenden Arbeitssystems einsetzen kann und so auch wirtschaftliche Motivationen mit den Interessen des Arbeitsschutzes einhergehen können, wird dabei oft vernachlässigt. Der Beitrag reflektiert die wesentlichen Aspekte der laufenden Diskussionen, liefert neue Hinweise zu den vielfältigen Vorteilen der Verfahrensumstellung und beleuchtet den quantifizierbaren Teil der temperaturabgesenkten Verarbeitung anhand einer Musterrechnung.

Reduction in the application temperature of bitumen: an opportunity for the environment, OSH and business

Abstract Reduction of the application temperature of bitumen has been a controversial topic for many years. The debate has been driven by a blurring of the terms „bitumen“ and „tar“ and the accompanying associations with the carcinogenic effects of their respective exposures, and by reservations concerning the costs and benefits of the new application methods. From an OSH perspective, a change in the methods used is unquestionably desirable, as it enables worker exposure to be reduced dramatically. An aspect often overlooked is that many improvements to work systems can lead to a *return on prevention*, and that economic interests can thus be reconciled with those of occupational safety and health. The article considers the essential aspects of the ongoing discussion, provides new information on the numerous benefits of the change in method, and discusses the quantifiable part of low-temperature application with reference to a model equation.

1 Einleitung

Bitumen ist ein durch Vakuumdestillation aus Erdöl hergestelltes Gemisch, das durch seinen vielfältigen Einsatz im Bauwesen und andernorts (Bild 1) bekannt ist. In Deutschland liegt das Produktionsvolumen von Bitumen bei ca. 3,4 Mio. t/Jahr, wovon etwa 75 % zur Herstellung von Walzasphalten verwendet werden. Nach Schätzung des Deut-

Dipl.-Soz. Michael Bretschneider-Hagemes,

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

Hans Schmidt,

Leiter Abteilung ATQ, Basalt-Actien-Gesellschaft, Linz am Rhein.

Dr. rer. nat. Reinhold Rühl,

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Frankfurt am Main.

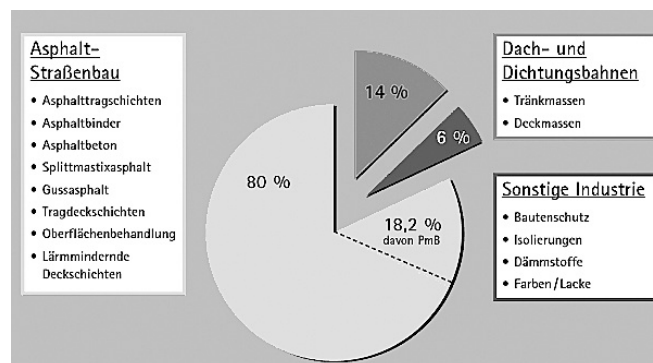


Bild 1. Anwendungsbereiche von Bitumen (nach [1]).

schen Asphaltverbandes sind von der Materialverarbeitung bzw. Herstellung ca. 50 000 Bauarbeiter unmittelbar betroffen (Asphalteinbau), hinzu kommen ca. 3 000 Beschäftigte bei der direkten Asphaltmischgut-Herstellung.

In der Diskussion um die temperaturabgesenkte Verarbeitung von Asphalt und Bitumen stehen die Interessen des Arbeitsschutzes, also die betroffenen Arbeitnehmer vor negativen Expositionen zu schützen, mit ökonomischen Vorteilen langfristig im Einklang. Neben Energieeinsparungen und Verringerung der CO₂-Emissionen stehen Anlagenschonungen und höhere Arbeitsleistungen – letztere infolge besserer Arbeitsbedingungen und symbolischer Mitarbeiterführung – auf der Guthabenseite der Bilanz bei temperaturabgesenkter Verarbeitung. Dem gegenüber steht ein ökonomisch bislang noch höherer Aufwand für die temperaturabsenkenden Additive. Absehbare Marktentwicklungen bei Energie- und Additivkosten werden aber in Zukunft zu einem relativen Wettbewerbsvorteil der temperaturabgesenkten Bauweise führen.

2 Expositionen durch die Verarbeitung von Bitumen

Bitumen sieht äußerlich wie Teer aus und hat ähnliche bauphysikalische Eigenschaften. Aufgrund der krebserzeugenden Wirkung heißer Teerdämpfe wird Teer bei der Herstellung von Asphalt seit Anfang der 1980er Jahre nicht mehr angewandt und ist vollständig durch Bitumen ersetzt. Aufgrund der Ähnlichkeit wurde Bitumen – unberechtigtweise – in der öffentlichen Wahrnehmung lange Zeit als genauso problematisch angesehen wie Teer.

Ebenso wie die Herstellung sind auch die toxikologischen Eigenschaften völlig unterschiedlich. Teer ist das Produkt der Verkokung von Kohle, also eines pyrolytischen Prozesses. Bitumen dagegen ist das Endprodukt der Destillation von Erdöl. Bei diesem physikalischen Verfahren wird das Erdöl chemisch nicht verändert, sondern lediglich aufgrund der unterschiedlichen Siedepunkte in Leichtbenzin, Benzin, Heizöl, Bitumen usw. aufgetrennt. Bitumen (EG-Nr.: 232-490-9; CAS-Nr.: 8052-42-4) ist damit ein Naturprodukt, das so verwendet wird, wie es im Erdöl aus den Lagerstätten

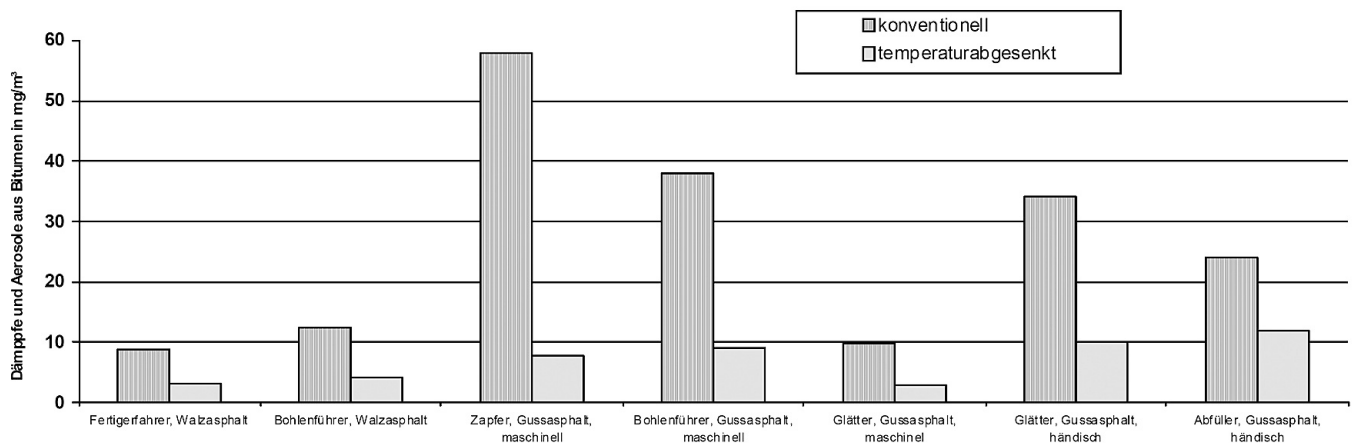


Bild 2. Expositionen beim konventionellen und temperaturabgesenkten Einbau von Asphalt [6].

gewonnen wird. Wird heißes Bitumen mit Luft durchblasen, werden Bestandteile des Bitumens durch den Luftsauerstoff oxidiert. Das dadurch entstandene Oxidationsbitumen (EG-Nr.: 265-196-4; CAS-Nr.: 64742-93-4), auch geblasenes Bitumen genannt, wird in Deutschland in immer geringerem Umfang eingesetzt, überwiegend zur Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen. Für Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt kommen diese Oxidationsbitumen aufgrund ihrer Härte kaum zur Anwendung. Zwar ist Bitumen ein vergleichsweise schadstoffarmes Produkt, doch waren Gussasphaltarbeiter deutlich gegenüber Aerosolen und Dämpfen aus Bitumen exponiert. Diese hohen Expositionen führten zu irritativen Effekten der Atemwege. Krebserrigende und erbgutschädigende Wirkungen wurden zwar kontrovers diskutiert [2], konnten aber weder im Tierversuch noch in einer europaweiten epidemiologischen Studie [3] nachgewiesen werden.

Die Konzentration von Aerosolen und Dämpfen bei der Verarbeitung der gängigen Walzasphalte, die zu ca. 94 % aus Gesteinskörnungen und zu ca. 6 % aus Bitumen bestehen, ist neben der Verarbeitungstemperatur von situativen Gegebenheiten abhängig, die sich durch die verschiedenen Arbeitsplätze und Berufsgruppen (z. B. Freiluft vs. Tunnel; Walzenfahrer vs. Bohlenführer im Straßenbau) differenzieren lassen. Für den Bohlenführer ist beispielsweise beim Einbau von Walzasphalt durch die bis zu 180 °C heiße Verarbeitung von einer Exposition von über 12 mg/m³ auszugehen [4].

3 Reduzierung der Expositionsbelastung durch Temperaturabsenkung

Abhilfe schaffen temperaturabgesenkte Herstell- und Verarbeitungsverfahren, die durch die Zugabe von Zeolithen oder anderen Additiven [4] zum Mischgut erreicht werden und eine gleichbleibende Qualität des Materials garantieren. Möglich werden Temperaturabsenkungen von ca. 30 °C, bei Gussasphalten sogar bis zu 40 °C. Die Exposition sinkt dadurch drastisch, eine Temperaturabsenkung um 10 °C führt bereits zu einer Halbierung der Emissionen. Weitere Temperaturabsenkungen setzen diese Regel beinahe linear fort [5]. Am Beispiel des Bohlenführers beim Einbau von Walzasphalt reduziert sich die Belastung auf bis zu 4 mg/m³. Bild 2 verdeutlicht ähnliche berufsgruppenspezifische Szenarien. Die extrem hohen Expositionen bei Gussasphalt-

arbeiten von bis zu 60 mg/m³ gehören ebenso der Vergangenheit an wie irritative Atemwegsbelastungen, da seit 2008 nur noch der temperaturabgesenkte Einbau zulässig ist.

4 Return on prevention – die Rendite der Präventionsleistung

Eine Verminderung der Expositionsbelastung bei der Asphaltverarbeitung ist aus der Sicht des Arbeitsschutzes erstrebenswert. Im gegebenen Szenario der temperaturabgesenkten Asphalte fällt positiv auf, dass auch aus rein ökonomischer bzw. zumindest gesamtwirtschaftlicher Sicht eine Verfahrensumstellung mittel- und langfristig zu empfehlen und erstrebenswert ist. Allzu oft haben es die Anliegen des Arbeitsschutzes nicht leicht, auf Akzeptanz in den Reihen öffentlicher Auftraggeber und in der Folge bei gewerblichen Anwendern zu stoßen, sind sie doch nicht selten mit Kosten und organisatorischem Aufwand verbunden. Warum aber die auf allen Ebenen langfristig gewinnbringende Verfahrensumstellung bei der Verarbeitung temperaturreduzierter Walzasphalte in Deutschland noch vergleichsweise zurückhaltend ausfällt, bleibt angesichts der folgenden Gleichung [7] unverständlich:

$$\text{Energieverbrauch} = (\text{CO}_2)\text{Emissionen} = \text{Produktionskosten}$$

Die Rendite der Präventionsleistung und die damit einhergehende Chance, über konkrete Auftragserteilungen der öffentlichen Hand zum temperaturabgesenkten Einbau im Straßenbau zu einem Paradigmenwechsel zu gelangen, scheint noch nicht ausreichend vermittelt worden zu sein – obwohl die Fakten eindeutig sind:

- Die Energiekosten reduzieren sich bei einer Temperaturabsenkung von 30 °C um ca. 0,8 l Brennstoff (Öl) je Tonne Material (Bild 3). Der Gesprächskreis BITUMEN [8] rechnet vor: „Bei 50 Mio. Tonnen Asphalt in Deutschland bedeutet dies ein Energiesparpotential von jährlich fast 41,9 Mio. Liter Heizöl bei einer Einbautemperatur von 140 °C (statt 160 °C).“ Das Einsparpotenzial für jeden Auftraggeber und Unternehmer wird sich bei tendenziell weiter steigenden Energiekosten bzw. weiterer Senkung der Einbautemperatur relativ weiter erhöhen. Ein weiteres Beispielszenario liefert Bild 4 durch einen Verfahrenswechsel auf bis zu 115 °C Verarbeitungstemperatur [7].

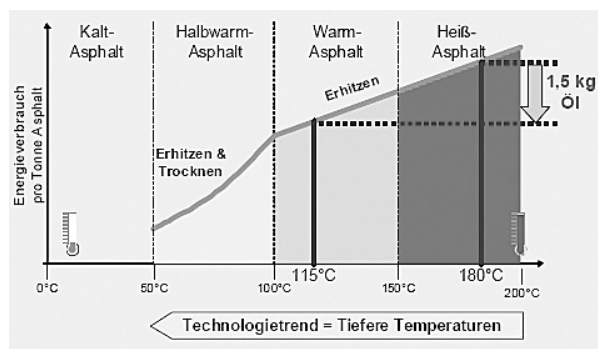


Bild 3. Energieverbrauch bei der Asphaltproduktion [7].

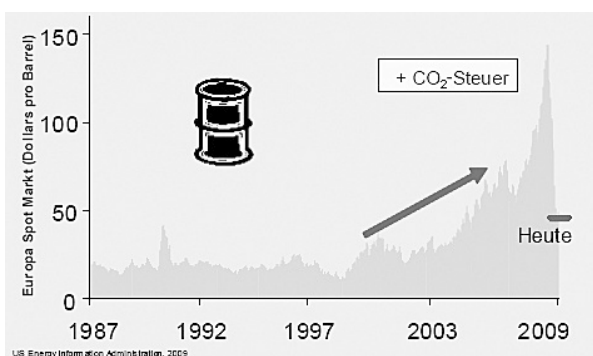


Bild 4. Zukünftige Ölpreisentwicklung [7].

● Ebenso deutlich reduzieren sich die anfallenden CO₂-Emissionen: „Bei 50 Mio. t Walzasphalt ergibt sich eine Verringerung der CO₂-Emissionen von mindestens 130 700 t bei einer Absenkung der Einbautemperatur um nur 20 °C“ [4]. Eine aktuelle Einschätzung der Basalt-Actien-Gesellschaft geht von einem derzeitigen Produktionsvolumen in Deutschland von ca. 55 Mio. t und einer Energieersparnis von ca. 10 % aus.

- Bessere Gebrauchseigenschaften ergeben sich zudem durch eine erhöhte Verformungsresistenz des Materials [4].
- Durch die merklich angenehmeren und gesünderen Arbeitsbedingungen kann, neben positiven Effekten symbolischer Mitarbeiterführung (einfach gesagt: *Tue Gutes und rede darüber*), von einer höheren Arbeitsleistung und Zufriedenheit der Arbeitnehmer ausgegangen werden – ein Wert, der betriebswirtschaftlich schwer zu berechnen und gemeinhin durch Gold nicht aufzuwiegen ist.
- Eine frühere Verkehrsfreigabe durch schnellere Materialaushärtung führt zu Einsparungen insbesondere öffentlicher Mittel.

5 Musterberechnung anhand eines Großprojektes im Autobahnbau

Die folgende Musterberechnung zu einem Großprojekt im Autobahnbau soll anhand eines konkreten Beispiels Mehrkosten und Ersparnisse bei der Verfahrensumstellung aufzeigen: Der sechsspurige Ausbau der Bundesautobahn A1 zwischen Bramsche und Osnabrück-Nord benötigt auf einer Länge von 8,4 km ca. 250 000 t Asphalt [9]. Bei einer konservativen Verarbeitung traditioneller Materialmischungen kann man von einem Materialkostenaufwand (Asphaltmischung) in Höhe von 12,5 Mio. € (bei einem Tonnenpreis von 50 € [10]) ausgehen.

Die Energiekosten errechnen sich, bezogen auf die benötigte Ölmenge von ca. 2 Mio. l [11], auf 1,2 Mio. € (angenommener Ölpreis von 60 € pro 100 l). Das entspricht Gesamtkosten für Material und Energie in Höhe von 13,7 Mio. €.

Durch einen Verfahrenswechsel zum temperaturabgesenkten Einbau kann derzeit noch von einem additivbedingt gesteigerten Materialwert von ca. 5 % [12] ausgegangen werden, das entspricht einem Materialkostenaufwand (Asphaltmischung) von 13,125 Mio. €. Die benötigte Ölmenge reduziert sich auf ca. 1,8 Mio. l, d. h. auf Kosten in Höhe von ca. 1,08 Mio. €. Das entspricht Gesamtkosten für Material und Energie in Höhe von 14,205 Mio. €, rein betriebswirtschaftlich betrachtet also noch 3,7 % über den Kosten nicht temperaturabgesenkten Asphaltes. Weitere nicht quantifizierbare Einsparungen ergeben sich dennoch bereits heute:

- Der geringere Anlagenverschleiß bei der Herstellung temperaturabgesenkter Asphaltes [4] ergibt konkrete Ersparnisse bei der Instandhaltung der technischen Infrastruktur.

- Gesteigerte Mitarbeitermotivation und bestenfalls geringerer Krankenstand durch verminderte Expositionen und Geruchsbelästigungen lassen Produktivitätssteigerungen bei der Fertigung sowie bei der Verarbeitung des Materials erwarten.

- Die eingesparte Menge an CO₂ führt auch zu einer deutlichen Reduktion gesamtgesellschaftlicher Folgekosten. Fände eine Kostenübernahme nach dem Verursacherprinzip statt – der Produzent des Asphaltes müsste in diesem Falle die Folgekosten tragen – wäre der ökonomische Vorteil der temperaturabgesenkten Asphaltproduktion und Verarbeitung derart übermächtig, dass diese alternativlose Umstellung längst stattgefunden hätte. Im Zuge zunehmender Bestrebungen, gesamtgesellschaftliche Folgekosten durch den Verursacher rückzufinanzieren – der Emissionshandel kann hier als erste Annäherung bezeichnet werden – kann von einem zunehmenden Kostendruck auf die Produzenten und einem weiteren Wettbewerbsvorteil der temperaturabgesenkten Asphaltproduktion und Verarbeitung ausgegangen werden.

- Durch eine öffentlichkeitswirksame Verfahrensumstellung kann von einem deutlichen Imagegewinn der Branche ausgegangen werden.

Einige der Faktoren sind zunächst schwerlich quantifizierbar. Offensichtlich ist aber, dass sich bei absehbar steigenden Energiepreisen und sinkenden Materialkosten für Additive der relative Wettbewerbsvorteil der temperaturabgesenkten Verarbeitung weiter verbessert. Die **Bilder 5** und **6** liefern einen ersten Eindruck davon, bei welcher Ölpreisentwicklung die Energieersparnis die Mehrkosten für Additive übersteigt.

Das Beispiel macht deutlich: Würde der erwartete Preisverfall für die zur Temperaturabsenkung nötigen Additive nicht einsetzen, bedürfte es einer Energiekostensteigerung auf 3,13 € je Liter Öl, bis das temperaturabgesenkte Verfahren günstiger erscheint. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass der Verfahrenswechsel nicht isoliert und rein technisch gesehen werden darf. Soziale Aspekte der Mitarbeitergesundheit und -motivation, öffentlichkeitswirksame Fragen des Imagegewinns usw. sowie solche der Infrastruktur durch Anlagenschonung müssen mit berücksichtigt werden.

Eine vergleichsweise geringe Energiekostensteigerung auf 1,20 € je Liter Öl wiegt die Mehrkosten für Additive auf, für den angenommenen Fall, dass diese sich auf 2 % des Materialwertes belaufen. Auch hier gilt es, den Kontext des Arbeits-

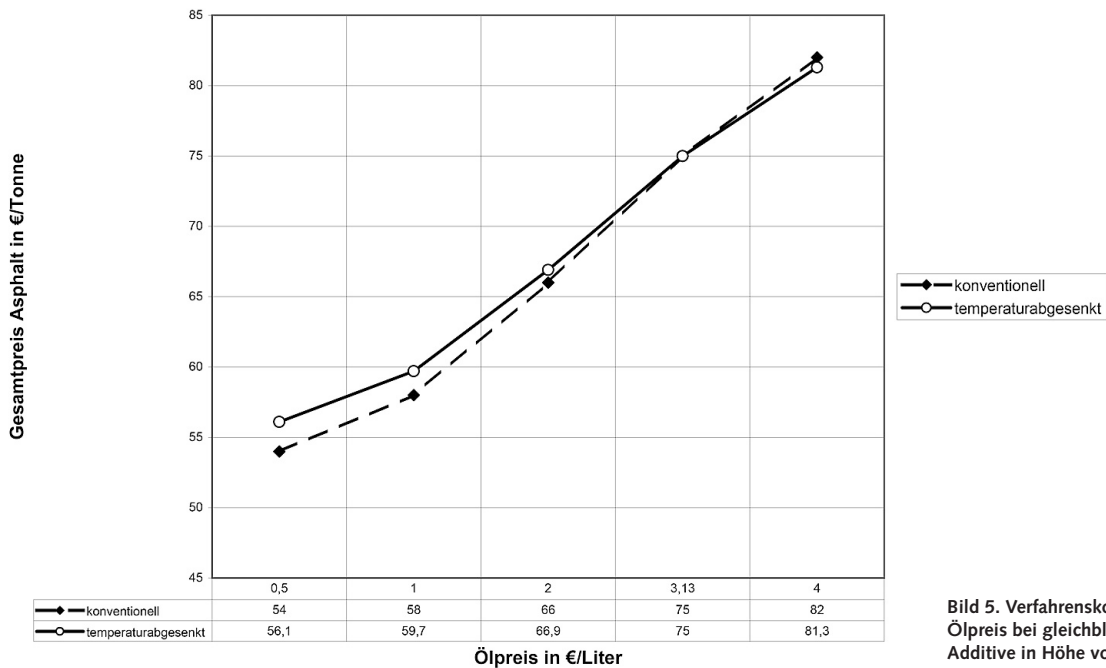


Bild 5. Verfahrenskosten in Abhängigkeit vom Ölpreis bei gleichbleibenden Mehrkosten durch Additive in Höhe von 5 %.

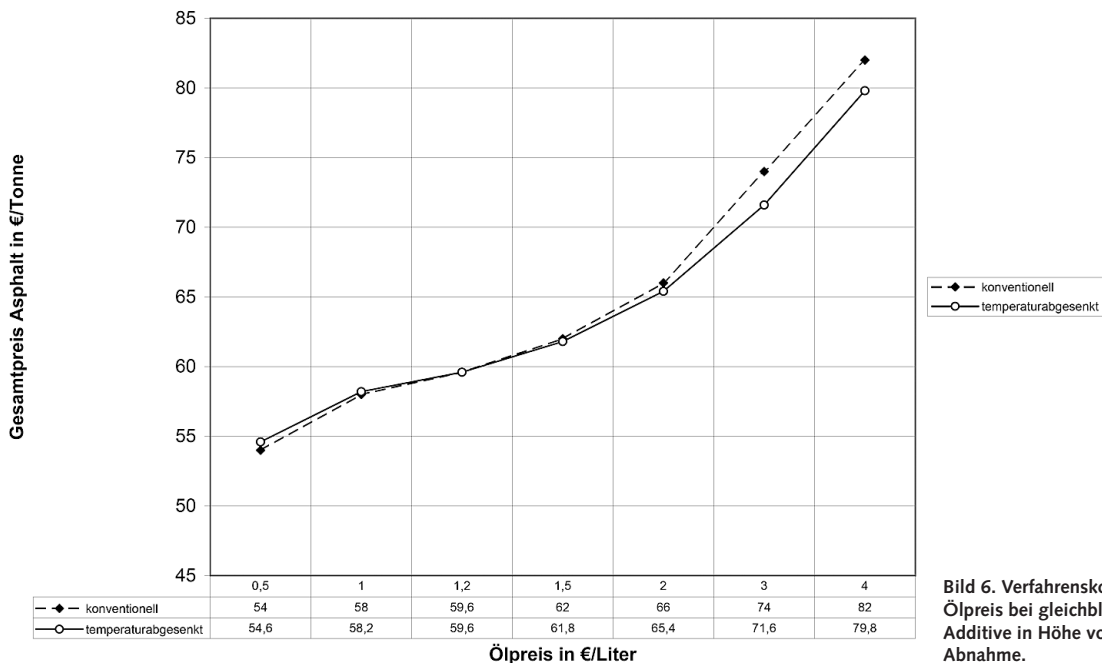


Bild 6. Verfahrenskosten in Abhängigkeit vom Ölpreis bei gleichbleibenden Mehrkosten durch Additive in Höhe von 2 % in Folge gesteigerter Abnahme.

systems mit zu berücksichtigen. Die jeweiligen Kostenersparnisse durch positive soziale wie infrastrukturelle Auswirkungen der Verfahrensumstellungen können allerdings nur individuell je nach Betriebsstruktur und Anlagenausstattung beziffert werden.

6 Ausblick

Angesichts einer aus Sicht des Arbeitsschutzes anzustrebenden weiteren Absenkung der Freisetzung von Dämpfen und Aerosolen bei der Heißverarbeitung von Bitumen muss ein Paradigmenwechsel hin zu temperaturabgesenkten Verfahren forciert werden. Der langfristige ökonomische und ökologische Nutzen kann zu einer Win-win-Situation für alle be-

teiligten Akteure führen. Die skizzierten Marktentwicklungen, andere kontextuelle Faktoren und ein zunehmendes Problembewusstsein bei Ausschreibungen der öffentlichen Hand unterstützen diese Entwicklung.

Auch die Bundespolitik hat die Vorteile innovativer Techniken im Straßenbau erkannt. Peter Ramsauer, Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung forderte auf den 15. Deutschen Asphalttagen im Januar 2010 dazu auf, bei den Gesprächen mit Auftraggebern, die im weiteren Sinn seinem Ministerium zuzurechnen sind (Bundesanstalt für Straßenwesen, Autobahndirektion etc.) zu argumentieren: „Der Verkehrsminister hat auch gesagt, qualitativ hochwertig zu bauen, zahlt sich aus“.

Literatur

- [1] Bitumen in unserer Welt – Was man über das Naturprodukt Bitumen wissen sollte. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V. (Arbit), Hamburg 2010. www.arbit.de/index.php?option=com_content&view=article&id=86&catid=43&Itemid=75
- [2] Luftgrenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung. BArbBl. (2001) Nr. 4, S. 66. http://www.gisbau.de/bitumen/trgs901_077.pdf
- [3] Gesundheitliche Unbedenklichkeit von Bitumen erneut nachgewiesen (Pressemeldung vom 27. Oktober 2009). Hrsg.: Deutscher Asphaltverband, Bonn. www.asphalt.de/site/startseite/presse/view-details-id-30.htm
- [4] Temperaturabgesenkte Asphalte. Hrsg.: Gesprächskreis Bitumen. Flörsheim: Lauck 2009. www.gisbau.de/bitumen/BitumenBroschuere.pdf
- [5] Asphalt ist ein umweltfreundliches Produkt. Hrsg.: Deutscher Asphaltverband, Bonn. www.asphalt.de/site/startseite/umwelt/ Stand: März 2010.
- [6] Niedrigtemperatur-Asphalt – Revolution im Straßenbau bedeutet Königsweg für den Arbeitsschutz. Hrsg.: Gesprächskreis Bitumen. Flörsheim: Lauck 2003. www.gisbau.de/bitumen/Niedrigtemp.pdf
- [7] Jenny, R.: CO₂-Reduktion bei der Asphalt-Produktion. GESTRATA J. (2009) Nr. 126, S. 10-18. www.gestrata.at/archiv/journal/Journal_126.pdf
- [8] Sachstandsbericht 2009. Hrsg.: Gesprächskreis Bitumen. Flörsheim: Lauck 2009.
- [9] Pilotprojekt A1: BUNTE baut mit Volldampf (Pressemeldung vom 11. November 2009). Hrsg.: Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Papenburg. www.openpr.de/news/369492/Pilotprojekt-A1-BUNTE-baut-mit-Volldampf.html
- [10] Johann Bunte GmbH & Co. KG, Papenburg, persönliche Mitteilung.
- [11] Haltiner, E. W.: Asphaltmischanlagen: zwischen Ökonomie und Ökologie. Hrsg.: Oertli Induflame, Costerm Swiss AG, Schwerzenbach, Schweiz. www.costerm-swiss.com/user_content/editor/files/pdf/asphaltmischanlagen.pdf
- [12] Sachstandsbericht 2006. Hrsg.: Gesprächskreis Bitumen. Flörsheim: Lauck 2006. www.asphalt.de/media/exe/139/d41a33cf9065b0dc3b65bdd3bb65b861/sachst_bit_2006.pdf