



Präzise Positionierung von Asphaltiermaschinen

Elmar Wasle, Graz

Zusammenfassung

Die Europäische Union verfügt über ein Netzwerk von 5 Millionen Kilometer an befestigter Straße, wovon rund 90% asphaltiert sind. Eine kontinuierliche Überwachung und Steuerung unterschiedlicher Parameter bei Straßenbauarbeiten können die Qualität und Lebensdauer der Straße wesentlich beeinflussen. Die Schlüsselfaktoren sind dabei optimal die Lastwagenflotte zu leiten, die Straßenfertiger zu steuern und die Straßenwalzen zu lenken. Hier kann die Satellitennavigation einen wesentlichen Beitrag leisten. Im Rahmen des gleich lautenden Forschungsprojekts ASPHALT wurden die Anforderungen des Straßenbaus insbesondere der Asphaltiermaschinen analysiert und daraus ein Anforderungskatalog an einen Satellitennavigationsempfänger abgeleitet. In weiterer Folge wurde das Hauptaugenmerk auf die Entwicklung eines neuen Mehr-Frequenz GNSS Empfängers gelegt. Die Positionierung selbst erfolgt, je nach Anwendung und Anforderung, entweder auf Basis von RTK oder EGNOS/EDAS Daten. Das Ziel des Forschungsprojekts war es die Qualität und Lebensdauer der Asphaltstraßen zu steigern, um damit Kosten einzusparen.

Schlüsselwörter: Asphalt, GNSS, EDAS, RTK, Straßenbau

Abstract

The European Union has more than 5 million kilometres of paved roads, and 90% of the total road network has an asphalt surface. Continuous monitoring and control of parameters during road construction are significant for the quality and durability of the road. Key factors are to optimally manage truck fleets, operate the paver, and steer the compactors. Thereby GNSS technology has been chosen to play a major role. The research project ASPHALT analysed the requirements of the asphalt road construction and derived the requirements for a GNSS receiver. In the next step focus was on the development of a multi-frequency GNSS receiver. Positioning is performed depending on the application and requirement using RTK technology or EGNOS/EDAS data. The objective of the project was to increase the quality and durability of roads in order to save costs.

Keywords: Asphalt, GNSS, EDAS, RTK, road construction

1. Einleitung

Jeder suboptimale Prozess in der Kette der Asphaltierungsarbeiten führt unweigerlich zu einer Reduzierung der Qualität der Asphaltsschicht und damit in eine reduzierte Lebensdauer. Bedenkt man nun, dass die Europäische Union über ein Straßennetz von 5.000.000 km verfügt, wovon ca. 90% asphaltiert sind, birgt jede Erhöhung der Lebensdauer und damit verbunden eine Verringerung der Erhaltungskosten ein sehr hohes Einsparungspotential in sich. Um die Qualität und Lebensdauer des Straßenbelags zu erhöhen, müssen unterschiedliche Parameter bei der Asphaltierung kontinuierlich überwacht und gesteuert werden. Dabei bringt der konsequente Einsatz von Positionsinformation einen entscheidenden Vorteil mit sich. Das Asphaltgebilde muss von der Produktionsstätte zum Straßenfertiger „Just-In-Time“ geliefert werden, damit garantiert werden kann, dass die Temperatur des Gebindes nicht unter einen kritischen Wert fällt. Für die Prozesse des Flottenmanagements dieser Lastwagen ist eine mit EGNOS-Daten verbesserte Single-Point-Solution vollkommen

ausreichend. Für das Andocken des LKW an den Fertiger sowie für die Steuerung der Dicke und Ebenheit der Asphaltsschicht mittels Regelkreis werden hoch-präzise Positionslösungen in Echtzeit mit hoher Datenrate benötigt. Die anschließende Verdichtung mit den Straßenwalzen würde durch ein Leit- und Visualisierungssystem wesentlich verbessert werden. Die dafür notwendige Positionsgenauigkeit muss ausreichend sein, um die Überlappung zwischen zwei Überfahrten im Rahmen der Maschinengenauigkeit zu minimieren. Somit bedarf es eines Positionierungssystems im Generellen und einer GNSS Technologie im Speziellen, die Genauigkeiten im Millimeter-, Dezimeter- und Meterbereich bieten kann. Weiters sind Kontinuität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit für diese Anwendungen von wesentlicher Bedeutung.

Die hier beschriebene Forschungsarbeit wurde im Rahmen des von der GSA geförderten Projekts „Advanced galileo navigation System for asPHALt fleeT machines“ (ASPHALT) [1] durchgeführt. Das Ziel des Projekts war es die Qualität und Lebensdauer von Asphaltstraßen

zu steigern. Einerseits musste ein skalierbares, kosten- und genauigkeitsoptimiertes Positionierungssystem für Echtzeitanwendungen entwickelt und mit den Maschinensteuerungssystemen eng verbunden werden. Andererseits musste parallel dazu ein neues Maschinenüberwachungs- und Steuerungssystem geschaffen werden, das die Positionslösung entsprechend verarbeiten kann. Diese Publikation konzentriert sich insbesondere auf die Positionierungskomponente des ASPHALT Systemkonzepts. Das Herzstück des Positionierungssystems ist ein Drei-Frequenz Satellitenempfänger, der Signale von GPS und Galileo gemeinsam nützt. Dieser Ansatz erlaubt es im Vergleich zum traditionellen Zwei-Frequenzansatz die Ambiguitäten mittels Real-Time-Kinematik (RTK) schneller und robuster zu lösen. Der Satellitennavigationsempfänger wurde weiters dafür ausgelegt, SBAS Daten entweder direkt vom Signal-in-Space oder von einem terrestrischen Datenservice, wie etwa EDAS, verarbeiten zu können.

Die Demonstration des neuen Satellitennavigationsempfängers sowie der Maschinensteuerung wurde anhand eines Steuerungssystems für Fertiger und eines Walzenleitsystem gezeigt. Das Konzept eines LKW Flottenmanagementsystems wurde erarbeitet aber nur theoretisch gezeigt. Das ASPHALT Projekt startete im Februar 2010 und wurde im Frühjahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Das Projektkonsortium setzt sich zusammen aus MOBA Mobile Automation AG (Deutschland), Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS (Deutschland), TeleConsult Austria GmbH (Österreich), inPosition GmbH (Schweiz), DKE Aerospace (Luxemburg) und Dynapac AB (Schweden). Dieser Artikel spiegelt die wichtigsten Erkenntnisse wieder, die vom Autor im Rahmen einer Publikation für die ION GNSS 2011 in englischer Sprache als Hauptautor publiziert wurden [2].

2. Asphaltstraßenbau

Asphalt wird als Kombination eines mineralischen Grundmaterials, vereinfacht gesagt

Schotter, und einem Klebematerial, das als Bitumen bezeichnet wird, definiert. Je nach Zusammensetzung unterscheidet man unterschiedliche Asphaltarten. Der Schotter (95%) bildet dabei das strukturelle Grundgerüst während der Bitumen (5%) dieses Skelett zusammenbindet. Bitumen ist ein thermoplastisches Material, das auf Grund seiner Viskositätseigenschaft erhitzt werden muss damit es mit dem mineralischen Material verrührt werden kann. Sobald das Gebinde unter 80°C abkühlt verringert sich die Viskosität stark und das Material wird zähflüssig bzw. hart. Abbildung 1 zeigt schematisch die wichtigsten Prozesse bei der Asphaltierung: der Asphalt wird in einem Mischwerk aufbereitet und anschließend noch heiß auf Lastwagen verladen. Die LKW transportieren den Asphalt zum Fertiger, wo das noch heiße Asphaltgebinde auf den Fertiger geladen wird. Der Fertiger trägt eine gleichmäßige, ebene Asphaltsschicht auf, die anschließend noch von Straßenwalzen verdichtet wird.

Der Asphalt wird bei einer Temperatur von 160-200°C gemischt. Eine zu starke Abkühlung während des Transports vom Mischwerk zu der Straßenbaustelle muss vermieden werden. Insofern sind zu lange Anfahrtsstrecken wie auch Wartezeiten vor den Straßenfertigern unbedingt zu vermeiden. Der noch heiße Asphalt wird vom LKW in die Vorratskammer des Fertigters gekippt, während der Straßenfertiger kontinuierlich den Asphalt aufbringt. Das Andockmanöver zwischen LKW und Fertiger darf zu keinen ruckartigen Bewegungen des Fertigters führen, andernfalls würde eine Unebenheit in der Asphaltdecke entstehen, die die Lebensdauer stark senkt. Während des Abkippens schiebt der Fertiger den LKW langsam vor sich her. Konstante Geschwindigkeit des Fertigters, gleichmäßige Temperaturen des Materials und nicht zuletzt die Materialgüte beeinflussen wesentlich die Straßenqualität. Die Steuerung des Fertigters erfolgt zumeist über Stringlines, die parallel zur Straße gespannt werden und von denen die Fertiger grob die Richtung aber vor allem die Höhe ab-



Abb. 1: Prozesskette beim Asphaltstraßenbau [1]

greifen. Technisch komplexere Systeme setzen auf ein 3D Modell der Straße und Totalstationen, die in Echtzeit Position und Richtungsinformation liefern. Diese Systeme sind jedoch sehr kostenintensiv. Im letzten Schritt des Asphaltierens wird die Asphaltenschicht verdichtet. Die erste Verdichtung erfolgt durch den Fertiger selbst, aber die hohe Verdichtung wird nur durch eine oder mehrere Straßenwalzen erzielt. Der Grad der Verdichtung beeinflusst sehr wesentlich die Härte, Lebensdauer aber auch die Wasserdurchlässigkeit. Eine Verdichtung des Asphalts bei Materialtemperaturen unter 80°C sollte vermieden werden, da hier die plastischen Eigenschaften des Bitumen verloren gehen. Die Verdichtung sollte idealerweise zwischen 93% und 97% liegen, um optimale Eigenschaften zu garantieren.

Aus dieser Kette wurden vier Prozesse identifiziert, die durch den konsequenten Einsatz eines Positionierungssystems die Qualität der Asphaltenschicht verbessern helfen.

2.1 Flottenmanagementsystem – Mengenstromsteuerung

Ein Flottenmanagementsystem zur Mengenstromsteuerung reduziert die Wartezeiten der Lastwagen bei den Mischwerken wie auch auf der Baustelle vor den Fertigern. Die „Just-in-Time“ Lieferung mit einem Minimum an Wartezeit reduziert die Anzahl der benötigten Lastwagen pro Baustelle. Dies ist eine direkte Kosteneinsparung für das Straßenbauunternehmen aber auch für die auftraggebende Behörde. Da mit einer Reduzierung der Wartezeit auch die Temperatur des Asphalts besser gesteuert werden kann, wird damit auch die Qualität und Lebensdauer der Straße begünstigt.

2.2 Flottenmanagementsystem – Andockmanöver

Das Andocken der Lastwagen am Straßenfertiger ist ein kritischer Prozess. Ein zu ruckartiges Manöver beeinflusst die Asphaltenschichtqualität negativ. Ein unterstützendes System, das Positionsinformation verarbeiten und anzeigen kann, kann die Dauer für das Andocken verkürzen, aber auch den Vorgang wesentlich sanfter über die Bühne gehen lassen.

2.3 Höhenmesssystem für Straßenfertiger

Die Schichtdicke des Asphalts wie auch die Ebenheit ist von entscheidender Bedeutung in Punkto Qualität und Lebensdauer. Andererseits definiert die auftraggebende Behörde eine Mindestschichtdicke, die stichprobenartig auch kontrolliert wird. Sollte die Mindestschichtdicke

unterschritten werden, muss die Straßenbaufirma die Asphaltenschicht abtragen und erneut aufbringen. Ein Nivelliersystem hilft somit beiden Parteien: die Straßenbaufirma kann die Asphaltenschichtdicke exakt steuern ohne wesentlich zu viel Asphalt aufzubringen, während die Behörde eine Möglichkeit hat, die Schichtdicke flächenhaft und kontinuierlich zu überprüfen. Die Ebenheit der Asphaltdecke hängt vom kontinuierlichen Einbauprozess ab. Der Einsatz neuer Technologien und neuer Systeme hilft eine gleichmäßige Schichtdicke mit hoher Ebenheit zu garantieren.

2.4 System für Straßenwalzen

In Abhängigkeit der Größe der Straßenbaustelle arbeiten bis zu fünf Straßenwalzen hinter den Fertigern. Beim Walzen sind zwei Parameter von wesentlicher Bedeutung: die Temperatur, die nicht unter 80°C fallen sollte, und die Verdichtung. Durch mehrmaliges Auf- und Abfahren über dieselbe Spur wird eine optimale Verdichtung erzielt. Die Anzahl der Fahrten hängt dabei von der Temperatur des Asphalts, dem Gewicht der Walze wie auch der Vibrationsamplitude der Walze ab. Quer zur Fahrbahn sollten die Überfahrten gleichverteilt sein, wobei die Überlappung mehrerer Überfahrten möglichst klein und konstant gehalten werden muss. In Längsrichtung muss sich die Walze den ständig fortbewegenden Fertigern anpassen. Unsachgemäße Verdichtung erhöht das Risiko permanenter Deformation (Spurrillenbildung), Ermüdung (Bruch) bzw. Ablösen des Asphalts. Bei steigender Anzahl an Überfahrten, vor allem wenn mehrere Walzen im Einsatz sind, wird es zunehmend schwieriger zu unterscheiden wo die Verdichtung bereits optimal und wo sie noch ungenügend ist. Ein System zur Visualisierung könnte hier die Bauarbeiter unterstützen (siehe Abbildung 2).

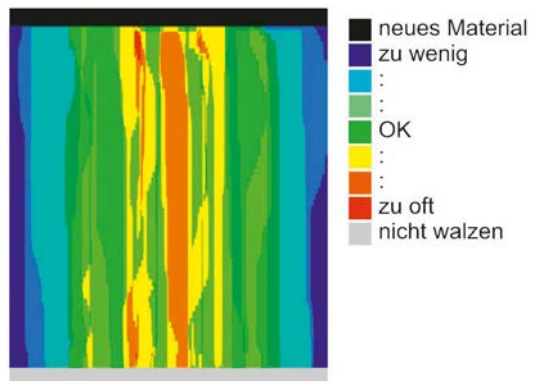


Abb. 2: Visuelles Leitsystem für Straßenwalzen

3. Systemkonzept

Im Rahmen des von der GSA (European GNSS Supervisory Authority) geförderten Forschungsprojekts ASPHALT lag das Hauptaugenmerk auf drei unterschiedlichen Maschinentypen innerhalb des Asphaltstraßenbaus (vgl. Abbildung 3): die Lastwagen, die Fertiger und die Walzen. Die Fertiger benötigen eine Positionsgenauigkeit im Bereich von 1-5 cm horizontal und 2-10 cm vertikal. Für das Leitsystem der Walzen wird eine relative Positionsgenauigkeit von 40 cm in der Horizontalen und 80 cm in der Vertikalen benötigt. Für das Flottenmanagementsystem ist eine Positionsgenauigkeit von 5 m ausreichend. Weiters sind Kontinuität und Verfügbarkeit von Interesse, die anspruchsvolle Anforderungen an ein unterstützendes System stellen.

Das Systemkonzept sieht als zentrales Element für die Positionsbestimmung, sei es für relative oder absolute Information, die Satellitennavigation vor. Um die hohen Positionsgenauigkeiten zu erreichen wird das Konzept der Real Time Kinematik (RTK) angewandt. Das ermöglicht das sanfte Andocken der Lastwagen an die Fertiger aber auch die Unterstützung bei der Höhenmessung während des Fertigungsprozesses. Zur Berechnung der Position, Geschwindigkeit, und Zeit (PVT) auf Basis der Single-Point-Solu-

tion werden die Signale der verfügbaren GNSS Systeme wie auch die Korrekturinformation von EGNOS verwendet. Dabei werden entweder Signale der EGNOS Satelliten ausgewertet oder Informationen, die über eine terrestrische Verbindung empfangen werden. Der zusätzliche Einsatz von autonomen Sensoren ermöglicht es GNSS Signalausfälle durch Abschattungen zu überbrücken und steigert die relative Genauigkeit im Generellen. Das PVT Modul stellt damit Positionslösungen zur Verfügung, deren Genauigkeit für die Lastwagen wie auch für die Straßenwalzen ausreichend sind.

4. GNSS Empfängertechnologie

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden potentielle Antennen analysiert, sowie die Hardware und Software eines GNSS Empfängers (RF Frontend, Baseband, Positioningmodul) entwickelt. Der GNSS Empfänger wurde dafür ausgelegt Signale des E1/L1 wie auch des E5/L5 Frequenzbandes zu verarbeiten, wobei die E5a und E5b Signale von Galileo gemeinsam genutzt werden [3]. Damit sollen die hohen Anforderungen der Straßenbauanwendungen erfüllt werden.

4.1 Antenne und RF-Frontend

Es wurden unterschiedliche Antennentechnologien analysiert und jene mit optimalen Leis-

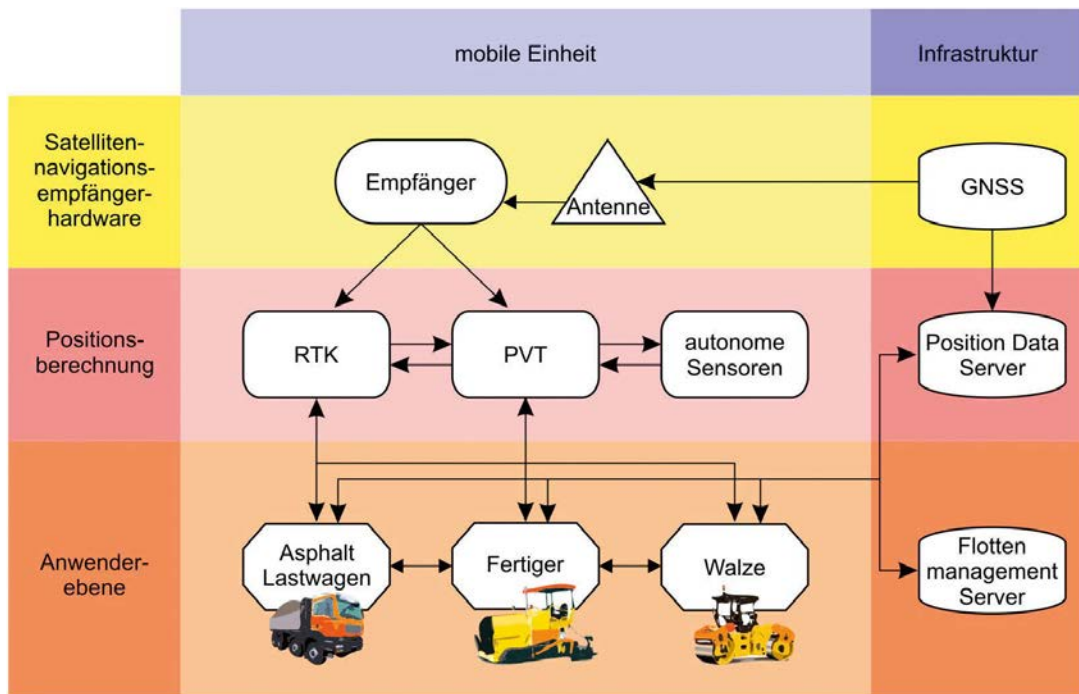


Abb. 3: ASPHALT Systemkonzept [1]

tungsmerkmalen für die gewählten Frequenzbänder identifiziert. Darüber hinaus wurden Anforderungen an die Phasenstabilität bzw. der Grad der Multipath-Unterdrückung in Betracht gezogen. Das Ausgangssignal der Antenne wird in einem ersten Schritt mit einem Low Noise Amplifier (LNA) verstärkt und anschließend auf drei separate Kanäle (GPS/GALILEO L1, GPS/GALILEO E5, GPS L2) aufgespalten. Der GPS L2 Kanal wurde für das ASPHALT Konzept nicht weiter verwendet, da das Augenmerk auf der GPS-Galileo-Integration lag. Das Frontend zur Verarbeitung der Radiofrequenzen wurde dazu ausgelegt, um im L1 Frequenzband ein Signal mit einer Bandbreite von 14 MHz verarbeiten und filtern zu können. Das ist notwendig, um die C/A, TMCBOC und CBOC Signale von GPS und Galileo adäquat auflösen zu können. Eine Bandbreite von 24 MHz erlaubt es die E5a/L5 und E5b Signale von GPS und Galileo zu verarbeiten. Dabei werden die zwei Hauptkeulen des AltBOC Galileo Signals in ein überlagertes Signal gespiegelt. Dem sich daraus ergebenden höheren Rauschniveau steht eine einfachere Verarbeitung gegenüber.

4.2 Baseband

Der digitale Ausgang des Frontend wird an das sogenannte Baseband übergeben und anschließend einer Signalkonditionierung unterzogen bevor die Signale in den Akquisitions- und Tracking-Regelkreisen weiter verarbeitet werden. Der Regelkreis der Akquisition basiert auf einem FFT-Algorithmus, der unter Ausnutzung der unterschiedlichen Frequenzbänder und Satelliten-codes eine weitgehend robuste und schnelle Akquisition zu vollziehen versucht. Bei erfolgreicher Erfassung eines Satelliten kann die Doppler-Frequenzverschiebung wie auch der Code-Delay bestimmt werden. Die anschließende Feinjustierung wie auch die Nachverfolgung des Signals über die Zeit erfolgt in den Trackingmodulen. Fast schon ein Nebenprodukt dieser Prozedur ist die Navigationsnachricht. Der Baseband Prozessor liefert somit Pseudostrecken, Phasemessungen und Dopplermessungen sowie eine Abschätzung des Signal/ Rauschverhältnisses gemeinsam mit den Navigationsinformationen und ein paar weitere Attribute. All diese Informationen sind mit einem Zeitstempel versehen und erlauben es die Position zu berechnen.

4.3 Positionsberechnung

Die Positionsberechnung erfolgt im Anschluss an das Baseband in zwei Modulen, RTK bzw. PVT, die entweder voneinander autonom arbei-

ten oder auch in Kombination betrieben werden können. Die Wahl welches der Module zum Einsatz kommt ist dabei abhängig von der geforderten Positionsgenauigkeit. Die steigende Anzahl an GNSS Signalen steigert dabei die Redundanz und erlaubt damit neue Korrekturstrategien, wie zum Beispiel ionosphärische Korrekturen oder Algorithmen zur Unterdrückung von Mehrweg-effekten einzusetzen. Ausgeklügelte Strategien zur Gewichtung der unterschiedlichen Messungen und unterschiedliche Konditionierungen erlauben es, Messungen unterschiedlicher Frequenzen, Satelliten und Systeme in eine optimale Lösung einfließen zu lassen. Zudem erlaubt die Mehr-Frequenz Signalverfolgung schnellere und zuverlässigere Positionslösungen zu berechnen. Die kombinierte Verwendung von GPS und Galileo steigert außerdem die Robustheit.

Für die Positionsberechnung greift der Empfänger neben den GNSS Signalen auf drei zusätzliche Informationsquellen zurück. Erstens werden im PVT Modul Beschleunigungs- und Drehratensensormessungen dazu genutzt, um die relative Positionsgenauigkeit generell zu erhöhen bzw. bei Signalabschattung auch zu ermöglichen. Zweitens werden Assistenz- und Ergänzungsdaten im PVT Modul dazu genutzt eine höhere Positionsgenauigkeit zu erreichen. Im Rahmen des ASPHALT Projekts greift der Empfänger auf Daten des Position Data Server (PDS) zu. Der PDS lädt sich die aktuellen Ergänzungsinformationen von EGNOS Data Access Service (EDAS) herunter und ergänzt diese noch um lokale atmosphärische Korrekturen, um die Genauigkeit weiter zu steigern. Die differentiellen und Assistenzdaten werden dann vom PDS an den Empfänger im RTCM Format zur Verfügung gestellt. Drittens greift der Empfänger Phasemessungen von einer Referenzstation bzw. eines Referenznetzes ab und verarbeitet diese im RTK Modul. Die Phasemessungen der unterschiedlichen Systeme, Signale und Frequenzbänder werden in der RTK-Engine optimal genutzt, um eine schnelle, robuste und präzise Positionslösung zu ermitteln. Das Kommunikationsmodul, mit dem der PDS wie auch Referenzstationen angesprochen werden, wird auch für den Austausch von Positionen und Informationen zwischen den unterschiedlichen Baustellenfahrzeugen benötigt.

5. Wirtschaftliche Betrachtung

Europa investiert Jahr für Jahr EUR 80 Milliarden für Autobahnen, Straßen und Brückenbau. In dieser Zahl nicht enthalten sind private Investitionen in Straßen, Parkplätze, Industrieanlagen

oder Baumaßnahmen für andere Transporteinrichtungen. Das System, das im Rahmen des ASPHALT Projekts erarbeitet und getestet wurde, schafft die technische Grundvoraussetzung Straßenbaumaschinen kontinuierlich überwachen und steuern zu können. Der wirtschaftliche Nutzen, der sich daraus ergibt ist aber nicht nur für den öffentlichen Sektor sondern auch für die Baufirmen selbst sehr attraktiv.

5.1 Primäre Kosteneinsparung für die öffentliche Gesellschaft

Durch den Einsatz des neuen Systems kann die Qualität und Lebensdauer der Straße gesteigert werden. Bei einer Steigerung der Lebensdauer von ca. 10% muss eine durchschnittlich genützte Straße nicht alle 10 sondern alle 11 Jahre erneuert werden. Die Kosten für die Straßensanierung belaufen sich auf EUR 100.000,- bis 200.000,- pro Kilometer. Eine durchschnittliche Erhöhung um ein Jahr auf das gesamte europäische Straßennetz gerechnet spart Straßensanierungsarbeiten von ca. 45.000 km pro Jahr ein. Multipliziert man dies noch mit den Kosten pro Kilometer ergibt sich dadurch eine jährliche Kosteneinsparung von EUR 4.5 Milliarden.

5.2 Sekundäre Kosteneinsparung für die öffentliche Gesellschaft

Im Jahr 2009 wurde der Wirtschaftsschaden den Verkehrstaus verursachen auf EUR 122 Milliarden allein in Deutschland beziffert, wobei EUR



Abb. 4: Methoden zur Reduzierung die Stauhäufigkeit (extrahiert aus [4])

11 Milliarden zusätzlich für den Kraftstoffverbrauch hinzukommen, sowie 25 Millionen Tonnen CO2 Emissionen zudem produziert werden. Instandhaltungsarbeiten der Asphaltstraßen verursachen ca. 30% der Staus auf deutschen Autobahnen. Es gibt mehrere Ansätze, um die Staus vor Baustellen zu verringern (Abbildung 4), aber nur ein optimiertes Zusammenspiel aller wird die Staugefahr und deren Häufigkeit verringern. Das ASPHALT Systemkonzept unterstützt dabei die Abläufe der Straßenbaustellen zu optimieren und gleichzeitig die Lebensdauer der Straße zu verlängern. Somit können sekundäre Kosteneinsparungen durch eine reduzierte Anzahl und Dauer von Straßenbaustellen und den damit verbundenen geringeren wirtschaftlichen Schäden durch Verkehrstaus, geringeren Kraftstoffverbrauch und geringere CO2 Emissionen erzielt werden.

5.3 Gewinn für die Straßenbaufirmen

Die kontinuierliche Überwachung der Höheninformation bei Asphaltfertiger gewährleistet, dass das untere Limit für die Asphaltstichtdicke nie unterschritten wird, während gleichzeitig nicht unnötig viel Material aufgebracht wird. Ersteres verringert die Wahrscheinlichkeit von Strafzahlungen der bauausführenden Firma bzw. verringert auch die Wahrscheinlichkeit ganze Straßenzüge neu asphaltieren zu müssen. Die verkürzten Straßenbauzeiten vermeiden zudem dass Strafzahlungen auf Grund von zu langen Baustellen bezahlt werden müssen. Da die Straßenbaufirmen die Strafzahlungen bereits in ihrem Angebotswert teilweise berücksichtigen, können diese in Zukunft entfallen und damit Angebote konkurrenzfähig werden.

Das ASPHALT System erlaubt es zudem die Straßenbaustelle optimierter zu organisieren, Wartezeiten von Lastwagen vor den Fertignern zu minimieren bzw. unnötige Transporte zu vermeiden und qualitative und quantitative Schwankungen in der Asphaltsticht zu vermeiden. Als Konsequenz daraus kann der Einsatz von Maschinen und Arbeitern optimiert werden. Die Kapazität wird dadurch von ca. 180 auf 300 Tonnen gesteigert [5]. Dies reduziert die Dauer der Baustellen und entsprechend die Anzahl und Dauer der Staus. Der öffentliche Auftraggeber kann dies ebenfalls durch entsprechende Bonuszahlungen fördern. Das ASPHALT System erlaubt weiters eine kontinuierliche digitale Dokumentation, was wiederum durch Bonuszahlungen prämiert werden kann.

6. Ausblick

Das ASPHALT System ermöglicht es unterschiedliche Parameter beim Asphaltieren zu überwachen und zu steuern, wodurch die Qualität und die Lebensdauer der Asphaltstraßen verbessert werden. Das Potential des ASPHALT Systems wurde im Rahmen einer Autobahnbaustelle in Deutschland demonstriert. Langfristig erwartet sich die Europäische Union durch den Einsatz der europäischen Satellitennavigationssysteme EGNOS und Galileo erhebliche Kosteneinsparungen im Bereich des Straßenbaus, wo jährliche Investitionen in Milliardenhöhe notwendig sind. Spätestens durch die sekundären Kosteneinsparungen sollen die Investitionen zur Erstellung und zum Betrieb des Europäischen GNSS mehr als gerechtfertigt werden.

Danksagung

Gefördert wurde das ASPHALT Projekt durch das Siebte Rahmenprogramm der Europäischen Union (FP7-GALILEO-2008-GSA-1 [6]) unter Vertragsnummer 247976 der European GNSS Agency [7]. Der Autor bedankt sich beim Fördergeber für die finanziellen Mittel, sowie bei der GSA für die professionelle Abwicklung. Allen Projektpartnern sei für die ausgezeichnete Zusammenarbeit ein Dank ausgesprochen. Ein großer Dank gilt auch dem hervorragenden Team der TeleConsult Austria GmbH insbesondere Dipl.-Ing. Philipp Berglez und Dipl.-Ing. Markus Troger, die das Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss geführt haben. Der Autor wurde für die hier beschriebene wissenschaftliche Arbeit, die bei der ION GNSS 2011 Konferenz

präsentiert wurde [2], von der Österreichischen Geodätischen Kommission [8] mit dem Karl Rinner Preis 2011 ausgezeichnet. Der Autor bedankt sich herzlich bei der Kommission für diese Ehre.

Referenzen

- [1] <http://www.asphalt-fp7.eu>
- [2] Wasle, E., Berglez, P., Seybold, J., Ligier, A., Urquijo, S., Euler, H.-J. (2011): High-Precision Positioning of Asphalt Fleet Machines. Proceedings of the 24th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS 2011), Portland, OR, September 2011, pp. 2167-2174.
- [3] Wasle E, Seybold J, Seidel C, Ligier A, Urquijo S, Rohmer G, Euler HJ (2010): Advanced Galileo Navigation System for Asphalt Fleet Machines – ASPHALT. In: Proceedings of the 5th ESA Workshop on Satellite Navigation User Equipment Technologies, NAVITEC 2010, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, December 8-10.
- [4] Renner, E., Spiess, H. (2001): StauVerkehr, Voraussetzungen für ein umfassendes Infrastrukturmanagement. FWR-ZHW Studie, Dezember.
- [5] Porsche Consulting (2010): Von höherer Effizienz im Tiefbau profitieren Auftraggeber und Auftragnehmer. Innovativ – Lean Management im Baugewerbe, Frankfurt, 18. Mai.
- [6] <http://cordis.europa.eu/fp7>
- [7] <http://gsa.europa.eu>
- [8] <http://www.oegk-geodesy.at>

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. Dr.techn. Elmar Wasle
E-Mail: info@gnss.at



Erratum

Leider wurde bei der redaktionellen Aufbereitung ein Schreibfehler auf der Titelseite der vgi-Ausgabe 3/2012 übersehen. Der Name des Karl Rinner Preisträgers 2010 sollte natürlich T. Nilsson statt T. Nielsen lauten.

vgi-red.