

Entwicklung und Konstruktion eines Systems zur reproduzierbaren Temperaturmessung des Asphaltmischgutes auf einem Transportfahrzeug



Technikerprojekt in Kooperation mit der Werner-von-Siemens Schule Hildesheim und der Ammann Asphalt GmbH

Fachrichtung Mechatronik – WFSME22

Projektteam: Robert Göthert, René Harstrick, Finn Geppert

Projektbetreuer: Herr Mende, Herr Kamionka

1 Vorwort

Unternehmen erkennen zunehmend, dass umweltfreundliches Wirtschaften nicht nur notwendig, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Ressourcenschonung und Energieeffizienz senken Kosten, ressourcenschonende Technologien etablieren sich auf dem Markt und ein gutes Image steigert die Attraktivität für Kunden und Mitarbeiter.

Angesichts des steigenden Umweltbewusstseins und der Forderung nach nachhaltigen Lösungen im Straßenbau fokussiert sich die Ammann Asphalt GmbH auf die Entwicklung und Konstruktion von Anlagen für die Produktion von Niedrigtemperaturasphalt. Im Vergleich zu herkömmlichem Asphalt liegt die Verarbeitungstemperatur von Niedrigtemperaturasphalt deutlich niedriger – zwischen 100 und 150 °C statt 160 bis 220 °C. Somit werden durch die Produktion von Niedrigtemperaturasphalt beträchtliche Energiemengen eingespart.

Durch die niedrigere Verarbeitungstemperatur werden weniger schädliche Emissionen freigesetzt, was die Umwelt und die Gesundheit der Menschen am Arbeitsplatz schont. Außerdem werden weniger Schadstoffe freigesetzt und die Lebensdauer der Verarbeitungsmaschinen wird durch die geringere thermische Belastung erhöht.

Der entscheidende Nachteil liegt jedoch in der Zeit, die der Asphalt bis zur Erstarrung benötigt. Die Temperatur darf für die weitere Verarbeitung auf Baustellen nicht unter einen bestimmten Punkt fallen. Der Deutsche Asphalt Verband (DAV) hat festgelegt, dass die DIN EN 12697-13 – Asphaltprüfverfahren Teil 13: Temperaturmessung für Niedrigtemperaturasphalt gilt. Die Norm schreibt dem Betreiber von Asphaltmischanlagen einen Prüfablauf vor. Für diesen ist eine Kerntemperaturmessung durch Einstechen in das Asphaltmischgut unerlässlich.

Sollte es zu einer Reklamation aufgrund zu kalten Asphaltmischguts kommen, kann der Betreiber der Anlage garantieren, dass das von ihm produzierte Asphaltmischgut beim Zeitpunkt des Verlassens seiner Produktionsstätte heiß genug war und der Norm entsprach.

2 Ausgangssituation

Die Kerntemperaturmessung des Asphaltmischgutes wird zurzeit, nach jeder Verladung, manuell von den Betreibern der Asphaltmischanlagen durchgeführt. Die Messung auf dem Verladehänger erfolgt außerhalb des Verladebereichs der Anlage von einer Leiter aus. Dies geschieht mit Hilfe eines Einstechthermometers, das an einem Stiel befestigt ist. Die Messwerte werden über ein Temperaturmessgerät ausgegeben und anschließend händisch dokumentiert.



Abbildung 1: aktueller Temperaturmessvorgang

Die Norm DIN EN 12697-13 schreibt vor, dass die Messung an den vier Eckbereichen des Verladehängers durchgeführt werden muss. Dadurch muss die Leiter nach jeder Messung umgestellt werden. Das führt dazu dass der Prozess sehr zeitaufwendig ist. Zudem ist es durch die Verwendung einer Leiter nicht ergonomisch und mit einer gewissen Unfallgefahr verbunden.

3 Aufgabenstellung

Um diese Probleme zu lösen und die Vorgaben der Norm einzuhalten, sollte eine stationäre Temperaturmessanlage von Grund auf entwickelt werden, die automatisch und reproduzierbar die Kerntemperatur von Asphaltmischgut misst. Die Anlage wird hinter dem Verladebereich der Asphaltmischanlage vorgesehen.



Abbildung 2: Position der Temperaturmessanlage an einer Beispiel-Mischanlage

3.1 Anforderungen

Beschreibung der Anforderungen die Ammann an das System stellt	Anforderungen: Fest- (F) Mindest- (M) Wunsch- (W)
Autonomes Prüfverfahren	F
Anfahren von bis zu fünf Prüfbereichen je Verladehänger	F
Geringer Verschleiß an Messsonde	F
Geringer Personalaufwand im Betrieb	F
Erfassung von Verladehänger mit Längen bis zu 7600mm	M
Messung der Temperaturtoleranz +/- 2°C	M
Innenliegende Temperatureaufnahme des Asphaltmischgutes zwischen 20mm – 40mm	M
Herstellkosten ≥ 60.000€	M
Angenehme Wartungsmöglichkeit	W
Geringe Wartungsarbeiten	W
Automatische Kennzeichenerkennung	W
Selbstreinigungsfunktion der Messsonde	W
Automatische Protokollerfassung	W

Durch eine Ammann interne Norm sollen bis zu fünf Prüfbereiche angefahren werden statt vier wie in der Norm DIN EN 12697-13 vorgeschrieben.

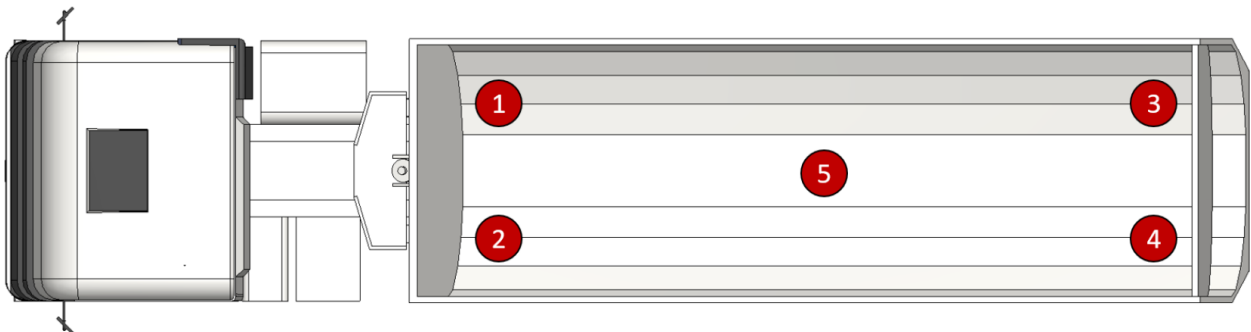


Abbildung 3: Prüfbereiche auf dem Verladehänger

3.2 Projektziele

Aus den Anforderungen wurden folgende Projektziele abgeleitet:

- Entwicklung und Konstruktion einer Anlage, die ein Messmittel innerhalb eines definierten Messraums in x, y, z – Richtung verfahren kann
- ein System entwickeln, mit dem ein geeignetes Messmittel in den Asphalt eingestochen werden kann
- automatische Erkennung des Asphaltmischguts innerhalb des Verfahrbereichs
- selbstständige Bestimmung der Einstechpunkte anhand der Position des Mischguts
- automatische Übertragung der Messwerte in eine Protokollierungsdatei
- durchführen einer Risikobeurteilung zum Schutz von Mensch und Maschine
- alle elektrischen- und mechanischen Komponenten auswählen und für ihren vorgesehenen Anwendungsbereich auslegen
- erstellen einer Kostenrechnung, um sicherzustellen, dass die Herstellkosten von 60.000 € nicht überschritten werden

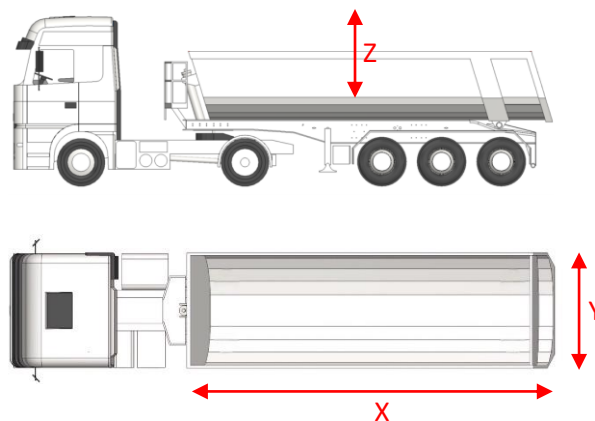


Abbildung 4: Messraum des Verladehängers

Die Programmierung einer Software war nicht Bestandteil des Auftrags. Lediglich ein Verfahrensbeschrieb, in Form eines Flussdiagramms, sollte angefertigt werden.

4 Beschreibung der Temperaturmessanlage

Im Folgenden wird die Konstruktion der Temperaturmessanlage Schritt für Schritt nach Prozessablauf beschrieben, außerdem werden Sicherheitsaspekte angesprochen, die im Vorhinein anhand einer Risikobeurteilung nach DIN 12100 ermittelt wurden.



Abbildung 5: Temperaturmessanlage

Der Prüfprozess beginnt mit dem Betätigen eines Zustimmungstasters durch den Fahrer des Transportfahrzeugs. Dieser überblickt während des Prüfprozesses den Verfahrbereich der Anlage, somit wird garantiert, dass das Transportfahrzeug nicht losfährt und die Anlage im Falle einer Gefahrensituation gestoppt werden kann. Weil der Fahrer des Transportfahrzeugs ohne großen Aufwand die Temperaturmessung selbst durchführen kann, ist der Personalaufwand deutlich reduziert worden. Es muss kein Mitarbeiter des Anlagenbetreibers extra für die Temperaturmessung beschäftigt werden. Zudem werden umliegende Personen durch eine Warnlampe vor der Aktivität der Anlage gewarnt. Die Signale werden in einem Schaltkasten mit dazugehörigen Steuerelementen verarbeitet. Hier werden zusätzlich die Bilddaten einer Thermografiekamera ausgewertet. Sie ist im vorderen Teil der Anlage an einer externen Säule in sechs Metern Höhe angebracht, erkennt die Position des Mischguts auf dem Verladehänger und legt die Prüfbereiche fest, aus denen die genauen Messpunkte errechnet werden.

Um die Messpunkte zu erreichen, muss das Einstechthermometer mit Hilfe einer Verfahreinheit in Position gebracht werden. Die Verfahreinheit wird in x-Richtung durch ein motorisiertes Radblocksystem auf einem Stützgerüst bewegt. Damit ein Kippen der Verfahreinheit in Richtung des Verladehängers verhindert wird, ist eine Rollenkonstruktion montiert, um die auftretenden Kräfte über das Stützgerüst aufzunehmen. Die genaue Position in x-Richtung wird mittels eines, im Motor integrierten Drehgebers, erreicht.

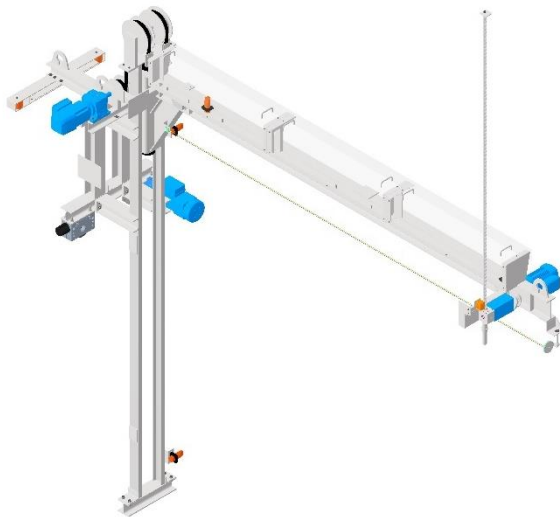


Abbildung 6: Verfahreinheit

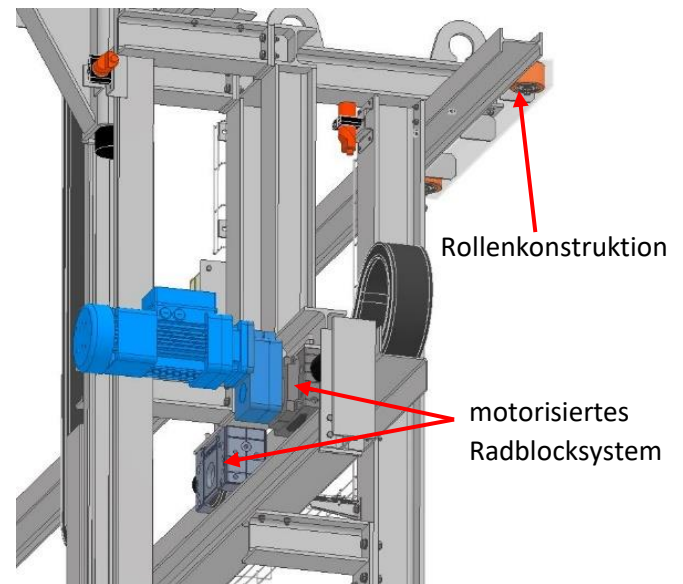


Abbildung 7: Antrieb der x-Richtung

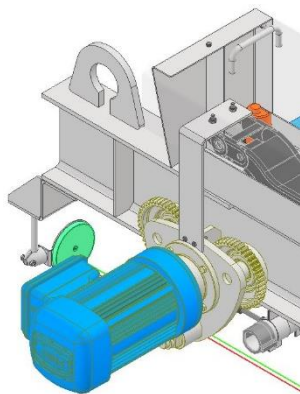


Abbildung 8: Laufkatze

Die y-Position wird mit Hilfe einer motorisierten Laufkatze erreicht. Diese verfährt unten auf einem Querträger, der sich über dem Verladehänger befindet und an der Verfahreinheit montiert ist. Hier wird die genaue Position über einen Seilzug-Wegsensor ermittelt.

Um die z-Position zu erreichen wurde das System in zwei Teile aufgeteilt. Der erste Teil der z-Achse befindet sich direkt an der Verfahreinheit. Hier kann der gesamte Querträger über ein Doppelriemensystem abgelassen und wieder angehoben werden. Zum Auf- und Abrollen der Riemen wird ein motorisiertes Wickelsystem verwendet. Zur Positionsbestimmung wird ein Drehgeber verwendet. Geführt wird der Querträger über Präzisionsrollen, welche auf beiden Seiten in jeweils einem Profil sitzen, um einen sauberen Lauf zu gewährleisten. Die Profile sind länger als für den eigentlichen Prüfprozess notwendig, um den Querträger, wenn nötig, in eine ergonomische Wartungsposition zu

abgelassen und wieder angehoben werden. Zum Auf- und Abrollen der Riemen wird ein motorisiertes Wickelsystem verwendet. Zur Positionsbestimmung wird ein Drehgeber verwendet. Geführt wird der Querträger über Präzisionsrollen, welche auf beiden Seiten in jeweils einem Profil sitzen, um einen sauberen Lauf zu gewährleisten. Die Profile sind länger als für den eigentlichen Prüfprozess notwendig, um den Querträger, wenn nötig, in eine ergonomische Wartungsposition zu

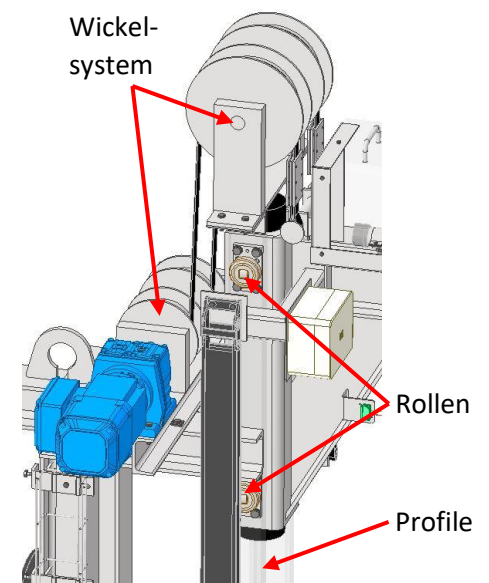


Abbildung 9: Doppelriemensystem

fahren. Während des Prüfprozesses, wird der Querträger gestoppt, sobald der Verladehänger von einer Reflexionslichtschranke erkannt wird. Befindet sich der Querträger in Position, kommt der zweite Teil der z-Achse zum Einsatz. Dieser ist an der Laufkatze der y-Achse befestigt und besteht aus einer Zahnstange, die über ein Getriebe und einen Motor herauf- und herabgefahren werden kann. Am unteren Ende der Zahnstange ist über eine Schweißkonstruktion ein Einstechthermometer, mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, befestigt. Die Länge der Zahnstange konnte durch den ersten Teil der z-Achse deutlich reduziert werden, um zu hohe Hebelkräfte an der Zahnstange zu verhindern. Das Einstechthermometer wird durch ein Rohr vor Verschleiß geschützt. In das Rohr kann sich das Thermometer reinbiegen, falls es auf große Steine im Asphaltmischgut trifft. Aus der verformten Position wird dann die Temperatur gemessen. Um die geforderte Einstechtiefe von 20 – 40 mm zu erreichen, wird in Ausgangsposition die Entfernung zwischen Messspitze und Asphaltmischgut über einen optischen Abstandssensor gemessen. Sobald das Einstechthermometer die erforderliche Tiefe erreicht hat, verweilt es bis ein aussagekräftiges Messergebnis ermittelt wird. Das Messergebnis wird automatisch in digitaler Form protokolliert und der nächste Messpunkt wird angefahren.

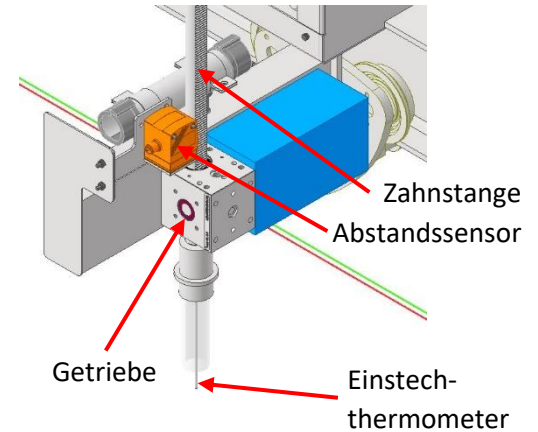


Abbildung 10: Zahnstange mit Einstechthermometer

Damit das System geschützt wird, sind an allen Achsen Näherungssensoren zur Erkennung der jeweiligen Endlagen montiert. Sollten diese versagen sind sowohl Anschläge als auch Gummipuffer vorgesehen, um Schläge bei Kollision zu dämpfen.

Um die Energieversorgung der verschiedenen elektrischen Komponenten sicherzustellen, sind entsprechend Energieketten und Gitterrinnen zum Führen der benötigten Leitungen vorgesehen.

4.1 Verfahrensbeschreibung

Der gesamte Prüfprozess wurde anhand eines Flussdiagramms ausgearbeitet, der die Programmierung der Software erleichtert.

4.2 Kosten

Da die Herstellkosten der Anlage nicht über 60.000 € liegen sollen, wurde eine Kostenrechnung durchgeführt. Diese hat ergeben, dass sich die Kosten für die Anlage auf 45.418,87 € belaufen.

5 Fazit

Aufgrund des immensen Umfangs der Projektarbeit wurden die Anforderungen der automatischen Kennzeichenerkennung und der Selbstreinigungsfunktion der Messsonde nicht erfüllt, da der konstruktive Mehraufwand zu groß gewesen wäre. Die restlichen Anforderungen und Projektziele wurden erfüllt.

Die Ammann Asphalt GmbH ist mit der Projektarbeit sehr zufrieden und wird nach Prüfung der Konstruktion einen Prototypen der Temperaturmessanlage bauen. Anschließend wird die Anlage in den Produktkatalog aufgenommen, da bereits Interesse von Asphaltmischanlagenbetreibern besteht.

Im Rahmen der Abschlusspräsentation wurde zudem ein Messestand an der Werner-von-Siemens Schule Hildesheim in Zusammenarbeit mit der Ammann Asphalt GmbH gestaltet, um die Projektarbeit für Interessenten vorzustellen.



Abbildung 11: Das Projektteam am Messestand: Finn Geppert, René Harstrick, Robert Göthert (v.l.)