

## Zusammenfassung

Die Tragfähigkeit und Gebrauchseigenschaft der Fahrbahn bestimmen die Eigenschaft der Fahrbahn. Bei der Gebrauchseigenschaft der Fahrbahn werden Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit als die Schwerpunkte beachtet. Die Rauheit der Fahrbahnoberflächen wird als eine Primärgröße die Griffbarkeit, das Aquaplaning und den Lärm beeinflussen, die maßgebende Kennwerte für die Sicherheit und den Komfort der Fahrbahn sind. Solche stationären oder dynamischen Messverfahren messen die Griffbarkeit immer durch den Kontakt mit den Fahrbahnoberflächen. Dank der neuen Technologie kann man jetzt die Rauheit der Straßenoberflächen durch die Verwendung von hochauflösenden optischen 3D-Messgeräten direkt erfassen. Wie solche durch die optische Methode erhaltenen Daten bewertet werden und wie die Ergebnisse der Bewertung sind, wird hier dargestellt.

Um die praktische Anwendung des Messgeräts im Bereich des Straßenbaus zu testen, wurden 5 verschiedene Messstellen an der TU- Lichtwiese ausgewählt, es handelt sich um 5 verschiedene Oberflächenformen der Straßen. Von allen Messstellen haben die Straßen an den Messstellen 1 und 5 jeweils die gröbste und die feinste Oberflächenform. Die Straßen an Messstelle 2 und 3 sind relativ grob, im Vergleich dazu zeigt sich die Straße an der Messstelle 4 relativ feiner. An jeder Stelle wurden die Messungen mit drei verschiedenen Fokussen (F1, F2 und F58) durchgeführt, dazwischen haben die Messdaten von F2 die höchste Auflösung und hat die Messdaten von F58 die größte Messfläche. Um die Mikrorauheit und teilweise Makrorauheit zu untersuchen, wurden hier die Daten von F2 und F58 ausgewählt.

Beim Straßenbau wird die Rauheit nach ihrer Wellenlänge in drei Bereiche unterteilt, die Mikrorauheit, Makrorauheit und Megarauheit. Dabei haben die Mikrorauheit und Makrorauheit einen überwiegenden Einfluss auf die Griffbarkeit. Nach den vorhandenen Untersuchungsergebnissen spielen die Mikrorauheit und Makrorauheit beim Einfluss auf die Griffbarkeit unterschiedliche Rollen. Die Mikrorauheit (im Bereich der Wellenlänge von 0 bis 0,5mm) bietet sich die Hysteresereibung durch den Kontakt der Straßenoberflächen und Reifen an, sie ist eine hauptsächliche Reibungskomponente bei hoher Geschwindigkeit. Bei Nässe wird die Makrorauheit (im Bereich der Wellenlänge von 0.5 mm bis 50 mm) das Drainagevermögen bei hoher Geschwindigkeit gewährleisten. Dies ermöglicht die hohe Hysteresereibung bei Nässe.

Um die Änderung der Rauheit der Straßenoberfläche zu untersuchen, sind die entsprechenden Kennwerte auszuwählen, die die Eigenschaften der Mikro- und Makrorauheit beschreiben können. Die Rauheit wird schon lange als eine Eigenschaft der Werkstückoberfläche beim Maschinenbau schon lang untersucht. Mit Hilfe der Normen beim Maschinenbau werden die passenden Rauheitskennwerte ausgewählt, dabei werden manche Kennwerte entsprechend geändert, damit können die Rauheitskennwerte die Anforderungen des Straßenbaus noch besser erfüllen. Dabei werden folgende Rauheitskennwerte ausgewählt:

1. Die Abbott-Kurve und deren Parameter: Sie beschreiben zusammenfassend die Form der Rauheit der untersuchten Strecke, durch die Form der Abbott-Kurve und deren Parameter kann man herausfinden, welchen Zustand die Rauform der Straßenoberflächen hat, z.B. eine Rauform mit einem überwiegenden Anteil von Spitzen, eine Rauform mit einem überwiegenden Anteil von Riefen oder eine gleich gewichte Rauform.
2. Wellenlängen-Amplituden-Spektrum: Das Spektrum ermöglicht die Untersuchung in der verschiedenen Bereichen von Wellenlängen, dies entspricht der Unterteilungen der Rauheit in verschiedene Bereiche beim Straßenbau. Dabei wird die Rauheit in drei Bereiche unterteilt, die Mikrorauheit mit den Wellenlängen von 0 bis 0,5 mm, der 1. Teil der Makrorauheit mit den Wellenlängen von 0,5 bis 10mm und der 2. Teil der Makrorauheit mit den Wellenlängen von 10 bis 50mm. Entsprechend werden diese drei Bereiche jeweils mit den Amplituden der Wellenlängen 0,25mm, 5mm und 30mm gekennzeichnet.
3. Die gemittelte Rautiefe  $R_z$ : Sie gibt eine Beschreibung der Rauheit in der vertikalen Richtung und ist empfindlich für die Veränderung der Oberflächenprofile.
4. Quadratischer Mittenrauhwert  $R_q$ : Er ist ein vertikaler Richtwert und empfindlicher bzgl. einzelner Spitzen und Riefen.
5. Die normierte Spitzenzahl  $R_{Pc}$ : In Kombination mit der Abbott-Kurve kann man die Rauform noch besser beschreiben.
6. MPD-Wert (Mean Profile Depth): Er entspricht dem Ergebnis des Sandfleckverfahrens.

Um solche Rauheitskennwerte zu ermitteln, wurde ein Programm mit Matlab entwickelt. Danach wurden die Messdaten mit dem Programm ausgewertet. Bei der 1. Auswertung wurden nur bei

F058 an der Messstelle 1, F058 an der Messstelle 4 und F058 an der Messstelle 5 die relativ gute Ergebnisse ermittelt. Um die Ursache zu ermitteln, wurde noch eine Funktion in das Programm eingeführt, die 3D-Darstellung der ausgewählten Fläche. Durch die Beobachtung aller ausgewählten Flächen wurde herausgefunden, dass fast an allen Messstellen extrem große Spitzen nach unten bei den 3D-Darstellungen vorhanden waren, die in der Realität nicht existieren. Nur beim F058 an der Messstelle 5 gab es diese Punkte nicht. Um besseren Ergebnisse zu ermitteln, wurde das Programm entsprechend geändert. Zuerst wurde um die ungewöhnlichen Punkte zu entfernen die Methode von LAYID eingeleitet, die die ungewöhnlichen Punkte mit geringer Wahrscheinlichkeit finden kann. Dann wurde die vom Gaussfilter entfernte Makrorauheit vor der Ermittlung des Wellenlängen-Amplituden-Spektrums wieder ergänzt. Die letzte Maßnahme war, die ausgewählten Flächen möglichst zu vergrößern. Damit reduziert sich die Abweichung der Ergebnisse wegen der kleinen Verschiebung bei der Auswahl der auszuwertenden Flächen. Trotzdem wurden keine erwarteten Ergebnisse bei der 2. Auswertung gewonnen. Durch den Vergleich der beiden Ergebnisse und die entsprechenden 3D-Bildern wurde herausgefunden, dass nur bei F2 an der Messstelle 5 die Ergebnisse verbessert wurden, weil nur einzelne ungewöhnliche Punkte vorhanden waren, an den anderen Stellen traten viele ungewöhnlichen Punkte auf, mit der zunehmenden Rauheit (von feinen Straßen bis zu groben Straßen) nehmen die ungewöhnlichen Punkte zu. Daraus ist ersichtlich, dass die Methode LAYID für alle Straßen geeignet ist. Wegen der Eigenschaft der Methode LAYID können nur die ungewöhnlichen Punkte mit der geringen Wahrscheinlichkeit finden. Deshalb wurden nur die ungewöhnlichen Punkte bei F2 an der Messstelle 5 erfolgreich entfernt. Aber im Allgemeinen sind die vom Messgerät auf den feinen Straßenoberflächen aufgenommenen Daten besser als die von anderen Stellen und können die Änderungen der Straßenoberflächen darstellen, wenn die Methode LAYID passend benutzt wird. Wegen der vermehrten und größeren ungewöhnlichen Punkte haben die Messdaten an den Stellen 1 bis 4 ihre Bedeutungen verloren. Um bessere Auswertungsergebnisse zu ermitteln, sind diese Punkte bei den Messungen oder bei der Datenauswertung zu eliminieren. Dabei wurde die Methode LAYID benutzt, diese Punkte bei der Datenauswertung zu entfernen, aber sie hat nur teilweise funktioniert, wegen der beschränkten Arbeitszeit war hier keine einheitliche, völlige und effiziente Methode herauszufinden. Das ist der erste Schwerpunkt für die Weiterentwicklung des Messgeräts und des Programms, weil ohne zuverlässige und sichere Daten die Auswertungen der Messdaten ihre Bedeutung verlieren werden.