Fraunhofer IPM

Weed Detection System

Automatisierte Vegetationskontrolle

Unerwünschte Vegetation kann mithilfe eines Systems zur automatisierten Grünerkennung effizient in Schach gehalten werden – im Gleisbett, auf Straßen und anderen Verkehrswegen oder -flächen.

Lebende Pflanzen lassen sich mithilfe von Spezial-Kameras zuverlässig erkennen. Möglich ist dies durch die sogenannte Grünlücke im elektromagnetischen Spektrum. Das Weed Detection System (WDS) zur automatisierten Grünerkennung nutzt dies, um Sensoren für die Verteilung von Pflanzenschutzmitteln gezielt zu steuern – zum Beispiel im Gleisbett oder auf anderen Verkehrswegen- und flächen.

Effizientes Monitoring von Vegetation

Kontrolle und Pflege von Vegetation sind für Grundbesitzer, Kommunen oder Betreiber von Verkehrsinfrastruktur mit erheblichem Aufwand verbunden. Dabei geht es nicht nur um ästhetische Erwägungen. Auf Verkehrswegen kann unerwünschter Bewuchs zu einem Sicherheitsrisiko werden: Wachsen Beikräuter in die Hohlräume des Schotterbetts von Gleisanlagen, fließt Regenwasser nicht zügig genug ab und das Gleisbett verschlammt. Der Schotter verliert seine Pufferfunktion, was Veränderungen der Gleislage verursachen kann. Auf Straßen, Geh- oder Radwegen beeinträchtigen Pflanzen die Griffigkeit von Pflaster oder Asphalt – erhöhte Rutschgefahr ist die Folge. Breiten sich tief wurzelnde Pflanzen in Schlaglöchern aus, kann dies zu Unebenheit führen.

Für Bahnbetreiber und Kommunen sind Monitoring und Beseitigung unerwünschter Pflanzen eine Daueraufgabe, bei der in der Regel große Mengen an Herbiziden eingesetzt werden.

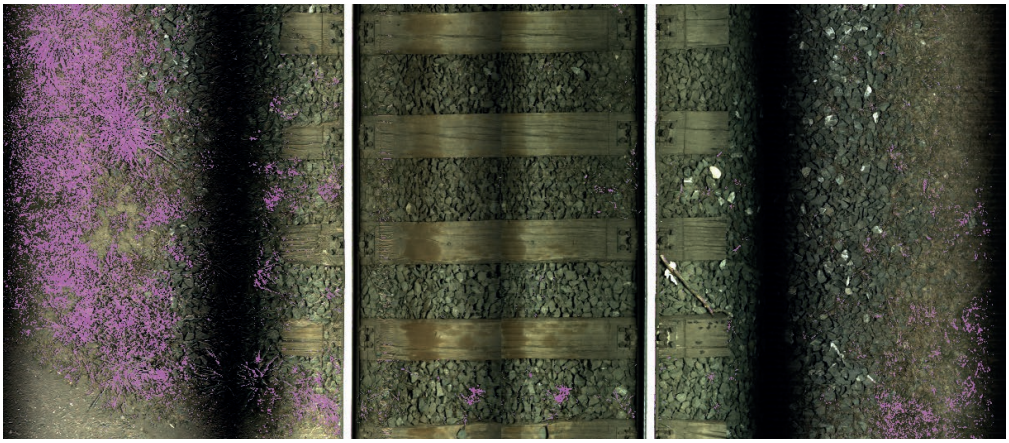
Das WDS von Fraunhofer IPM ist ein optisches System zur selektiven Grünerkennung, das lebende Pflanzen anhand ihres charakteristischen spektralen Fingerabdrucks erkennt.

Gezielte Herbizid-Ausbringung bei 50 km/h

Das kamerabasierte System kann auf Schienen- und Zweiwegefahrzeuge oder Allround-Fahrzeuge für den Garten- und Landschaftsbau montiert werden. Vom Fahrzeug aus erfassen Kameras mit einer variablen Erfassungsbreite die Bodenoberfläche unter und vor dem Messfahrzeug. Die kontrollierte Ausbringung des Herbizids erfolgt bei Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 50 km/h. Die Messdaten werden so schnell ausgewertet, dass innerhalb von zirka einer Zehntelsekunde ein Befehl für das gezielte Ausrichten und Auslösen der Spritzdüsen erfolgt. Dank der automatisierten Sensortechnik wird nur dort Herbizid ausgebracht, wo tatsächlich Pflanzen wachsen. Im Vergleich zur

Vorteile

- **Spritzbefehl** automatisch statt manuell
- **Nachhaltigkeit** Reduktion von Pflanzenschutzmitteln
- **Einsatz** auf mobilen Plattformen
- **Messgeschwindigkeit** bis zu 100 km/h
- **Erfassungsbreiten** variabel
- **Dokumentation** langfristiges Monitoring möglich



Vegetationserkennung am Beispiel Gleisbett: Die Erfassung kann bei Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 100 km/h erfolgen. Die Vegetation (violett) ist im Messbild detailliert zu erkennen. Der Befehl zum Ausbringen des Herbizids wird anhand von Schwellenwerten gezielt ausgelöst.

heute üblichen visuellen Grünerkennung durch Menschen und zur manuellen Steuerung des Spritzmechanismus lässt sich die Menge der eingesetzten Herbizide auf diese Weise deutlich reduzieren.

Langfristige Dokumentation

Die Messung erfolgt zusammen mit der Erfassung von GPS-Positionsdaten zur exakten Lokalisierung. Auf dieser Basis lassen sich georeferenzierte Übersichtskarten zum Bedeckungsgrad erstellen. Sie ermöglichten eine langfristige Dokumentation von Vegetation – und bilden eine wertvolle Datengrundlage für die Planung der Vegetationskontrolle.

Multispektrale Messung nutzt »Grünlücke«

Grüne Vegetation hat einen charakteristischen spektralen Fingerabdruck. Das heißt: Licht im Wellenlängenbereich zwischen 490 nm und 620 nm, der sogenannten »Grünlücke«, und ab 780 nm im NIR-Bereich (nahes Infrarot) wird reflektiert. Wellenlängenbereiche zwischen 400 nm und 490 nm (blauer Spektralbereich) und zwischen 620 nm und 780 nm (roter Spektralbereich) werden hingegen absorbiert. Das WDS nutzt dieses spezifische Verhältnis von Absorption und Reflexion für die automatisierte Erkennung lebender Pflanzen.

Das Erfassungssystem wird an der Stirnseite des Messfahrzeugs montiert. Es besteht aus mehreren Kameras: Jeweils eine RGB- und eine NIR-Kamera bilden ein Kamerapaar, das auf den Boden ausgerichtet ist. Die Kameras sind in witterungsbeständige Gehäuse integriert. Der Untergrund wird für eine zuverlässige Detektion mit leistungsstarken LED-Strahlern ausgeleuchtet, sodass die Grünerkennung auch bei schwierigen Lichtverhältnissen und bei Nacht funktioniert. Die Strahler bestehen aus LEDs, die den Messbereich homogen mit Weißlicht und Infrarotlicht ausleuchten.

Bildverarbeitung im Bruchteil einer Sekunde

Um bei hoher Fahrgeschwindigkeit ein hinreichend schnelles Auslösen des Spritzbefehls zu gewährleisten, erfolgen Bildauswertung, Signalverarbeitung und -weiterleitung in weniger als einer Zehntelsekunde. Die Kamerabilder werden Pixel für Pixel ausgelesen und mithilfe eines FPGA (Field Programmable Gate Array) analysiert. Erfasste Bereiche werden in Planquadrate von variabler Größe unterteilt. Für jedes Planquadrat wird der Pflanzenbedeckungsgrad errechnet. Wird ein vorgegebener Schwellenwert erreicht, erzeugt das System ein Signal, das je nach ermitteltem Bedarf eine oder mehrere bewegliche Spritzdüsen aktiviert. Der Schwellenwert für den Bedeckungsgrad ist individuell einstellbar.

Kontakt

Prof. Dr. Alexander Reiterer
Abteilungsleiter Objekt- und Formerfassung
Telefon +49 761 8857-183
alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de

Dr. Kira Zschiesche
Gruppenleiterin Mobile Bahn-Messtechnik
Telefon +49 761 8857-172
kira.zschiesche@ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
Georges-Köhler-Allee 301
79110 Freiburg
www.ipm.fraunhofer.de

© Fraunhofer IPM 09/2026; Bilder: Fraunhofer IPM