

# **Sichtfeld Baumaschinen - Forschungsprojekt zur Personenerkennung**

*Dipl.-Ing. Johann Payer*

*VIRTUAL VEHICLE Research Center, Graz, Österreich*

**Immer alles im Blickfeld zu haben – der Wunsch jedes Baumaschinenführers. Direkte Sicht vom Fahrerplatz aus, für den sicheren Arbeitseinsatz von Mensch und Maschine, ist oft wegen Aufbau und Größe der Maschinen nicht gegeben. Das Forschungsprojekt zeigt auf, wie moderne Technik genutzt werden kann, gefährdete Personen im Umfeld von Baumaschinen zu erkennen und den Fahrer rechtzeitig zu warnen.**

## **Motivation**

Moderne Baumaschinen sind für komplexe Arbeitsabläufe konzipiert und werden zumeist von einem Bediener am Fahrerplatz aus gesteuert. Die direkte Beobachtungsmöglichkeit des Umfeldes vom Fahrerplatz aus ist wegen Aufbau und Größe der Maschinen oft nur unzureichend gegeben. Ebenso ist das Sichtfeld durch einschränkende Umgebungsbedingungen wie enge Arbeitsbereiche, schlechte Sicht, Lärm, Staub, etc. behindert. Eingeschränkte Sichtfelder, insbesondere in rauer Arbeitsumgebung, wie z.B. im Industriebereich Tunnelbau oder bei Zweibegefahrzeugen im Bahnbau, sind auffallend oft der Auslöser für schwere Arbeitsunfälle.

Es liegt daher nahe, der Entwicklung im Automobilbereich folgend, Assistenzsysteme für Baumaschinen einzusetzen, welche den Fahrer bei der Beobachtung des Umfeldes unterstützen. Im Hinblick darauf wurde in Zusammenarbeit mit der AUVA, der österreichischen Bauindustrie, den Infrastrukturbetreibern ASFINAG und ÖBB sowie dem Maschinenhersteller LIEBHERR ein Forschungsprojekt zur Unfallvermeidung mit Personenschäden im Nahbereich von Baumaschinen unter der Leitung des VIRTUAL VEHICLE Research Center initiiert.

## **Einsatzbedingungen von Baumaschinen**

Für die Auslegung eines Assistenzsystems zur Umfelderkennung ist eine genaue Kenntnis der Einsatzbedingungen notwendig. Aus den Bedingungen lassen sich technische Spezifikationen für die verwendeten Sensoren ableiten. Weiter kann aus den Beschreibungen der Gefahrensituationen die Funktionalität und der Mehrwert des Systems definiert werden. Bereits zu Beginn der Überlegungen müssen rechtliche Rahmenbedingungen für einen ordnungsgemäßen Einsatz auf Baustellen berücksichtigt werden. Zur Erhebung besonders rauer Umfeldbedingungen werden Tunnelbaustellen untersucht.

## **Umfeld**

Die Situation auf Baustellen ist meist nicht mit üblichen Verkehrsbedingungen vergleichbar. Handelsübliche technische Geräte haben zwar mit dem dort auftretenden Temperaturbereich prinzipiell keine Probleme, Kondenswasser bei raschem Temperaturwechsel kann aber z.B. bei Kamerasystemen zu

Störungen führen. Die Funktionalität optischer Systeme ist oft nur mit entsprechender Beleuchtung gegeben, diese ist z.B. auf Tunnelbaustellen nicht immer gewährleistet. Staub und hohe Luftfeuchtigkeit führen zu starker Verschmutzung der Baufahrzeuge, welche bei derzeit eingesetzten Spiegelsystemen zur Sichtfeldverbesserung ebenfalls kritisch zu beurteilen ist. Für die Reinigung der Fahrzeuge bzw. auch während des Betriebes wird eine entsprechende chemische Beständigkeit und Robustheit gegenüber mechanischer Krafteinwirkung vorausgesetzt.

### **Gefahrensituationen**

Das Wissen über mögliche Gefahrensituationen ist wesentlich für die Beschreibung des notwendigen Sichtfeldes von Baumaschinen. Eine Vielzahl eingesetzter Geräte ist individuell auf Unfallrisiko zu beurteilen, wobei geräteabhängige Sichtbereiche, Fahrzeuggeschwindigkeiten, Arbeitsweise und viele weitere Parameter untersucht werden müssen. Zudem muss der Faktor Mensch, welcher letztendlich die Maschine bedient, hinsichtlich Ermüdung, Konzentrationsfähigkeit und mögliche Verstöße gegen Sicherheitsrichtlinien, berücksichtigt werden.

### **Rechtlicher Rahmen**

Die für die Herstellung von Maschinen maßgebliche Maschinenrichtlinie besagt, die Sicht vom Fahrerplatz aus muss so gut sein, dass der Fahrer die Maschine ohne jede Gefahr für sich und andere Personen handhaben kann. Den Gefährdungen durch unzureichende Direktsicht muss erforderlichenfalls durch geeignete Einrichtungen begegnet werden.

### **Assistenzsystem zur Personenerkennung**

Ziel der Forschungsarbeit ist es, auf Basis von Simulation und experimentellen Untersuchungen ein Konzept und die prototypische Umsetzung eines warnenden Assistenzsystems für Baumaschinen zur Lokalisierung von gefährdeten Personen in deren Umfeld zu entwickeln.

### **Abdeckung der Gefahrenbereiche**

Die Gefahrenbereiche ergeben sich bei Baumaschinen einerseits durch die gerätetypischen Sichtfeldbedingungen und andererseits durch die Arbeitsweise der Maschine. Vor allem vom Fahrer nicht einsehbare Bereiche zeigen in der Statistik hohes Unfallrisiko. Abhängig von der Fahrtrichtung und der Fahrtgeschwindigkeit ergeben sich Zonen, wo ein Assistenzsystem zur Unfallvermeidung eingesetzt werden kann. Der Überwachungsbereich geht vom Nahbereich, z.B. bei Losfahren der Maschine oder seitlich der Fahrtrichtung, bis zum Fernbereich, wenn die Maschine mit zulässiger Bauartgeschwindigkeit betrieben wird.

### **Sensoren zur Umfelderkennung**

Für die Unterscheidung Person – Objekt werden kameraoptische Sensorsysteme genutzt, welche die Personenerkennung ermöglichen. Geeignet sind RGB-Kameras wie auch Infrarot-, Thermal-, Stereo- und Time-of-Flight-Kameras, welche im Einsatz unter schwierigen Bedingungen unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen: Abhängig von den Umgebungsbedingungen (Staub, Dunst, Beleuchtung, Geschwindigkeit, Verschmutzung) sind Time-of-Flight-Kameras und aktive Stereosysteme für die Personenerkennung nur im Nahbereich bis max. 6 m verwendbar, während Thermalkameras auch für

mittlere Distanzen bis 30 m einsetzbar sind. Mit passiven Kamerasystemen, auch in Stereokonfiguration, ist bei entsprechender Sensorauflösung und Beleuchtung eine Personenerkennung bis 100 m denkbar.

Neben bildgebenden Sensoren können auch bekannte Systeme aus dem Automobilbereich, wie Radar-, Lidar- und Ultraschall-Sensoren, ergänzend in der Entfernungsmessung eingesetzt werden. Ultraschall ist für den Nahbereich bis 10 m geeignet, Lidar eignet sich für mittlere Distanzen bis 30 m. Größere Entfernungen können mittels Radar erfasst werden.

### **Personenerkennung**

Die Personenerkennung aus den kameraoptischen Sensordaten erfolgt mit speziell angepassten Algorithmen welche von JOANNEUM RESEARCH entwickelt werden. Voraussetzung ist, dass die Person eindeutig vom Hintergrund unterscheidbar ist und mit ausreichender Auflösung dargestellt wird. Durch die Kombination verschiedener Bildverarbeitungsalgorithmen können Personen trotz Bewegungsunschärfe, Verdeckungen und unterschiedlichen Körperhaltungen detektiert werden. Durch geeignete Fusion der Sensordaten wird die Robustheit und örtliche Abdeckung des Assistenzsystems erhöht und damit eine zuverlässige Personenerkennung ermöglicht.

### **Fazit**

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Personenerkennung im Umfeld von Baumaschinen, unter der Leitung des VIRTUAL VEHICLE Research Center, wird ein Assistenzsystem entwickelt, welches dem Problem des eingeschränkten Sichtfeldes des Fahrers in Baumaschinen begegnen soll. Mit der detaillierten Kenntnis über den Einsatzbereich der Maschinen und deren Umfeldbedingungen können, mit ausgewählter Sensorik, Daten zur Personenerkennung gewonnen werden. Speziell angepasste Bildverarbeitungsalgorithmen zur Detektion von gefährdeten Personen und Verfahren zur Einschätzung der Gefährdung ermöglichen eine Warnung des Maschinenführers bei Personengefährdung. Voruntersuchungen auf einigen Tunnelbaustellen sind vielversprechend, eine Demonstration des prototypischen Systems im in-situ-Labor des steirischen Erzberges ist für Anfang 2016 geplant.

### **ACKNOWLEDGEMENT**

Die Autoren danken dem „COMET – Competence Centers for Excellent Technologies Programme“ des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit), des Österreichischen Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (bmwfw), der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG), des Landes Steiermark sowie der Steirischen Wirtschaftsförderung (SFG) für die finanzielle Unterstützung.

Ebenfalls danken wir den unterstützenden Firmen und Projektpartnern Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft, Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH, Liebherr-Elektronik GmbH, ÖBB-Infrastruktur AG, Fachverband der Bauindustrie und Bundesinnung Bau, Porr Bau GmbH Tunnelbau, Swietelsky Tunnelbau GesmbH & Co KG, STRABAG AG, G. HINTEREGGER & SÖHNE Baugesellschaft m.b.H., ÖSTU-STETTIN Hoch-

und Tiefbau GmbH, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH – DIGITAL, Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für SUBSURFACE ENGINEERING sowie der Technischen Universität Graz.



Abbildung 1: Tunnelbaustelle Gleinalm: Gleichzeitiger Einsatz von Mensch und Maschine (Quelle: VIRTUAL VEHICLE Research Center)

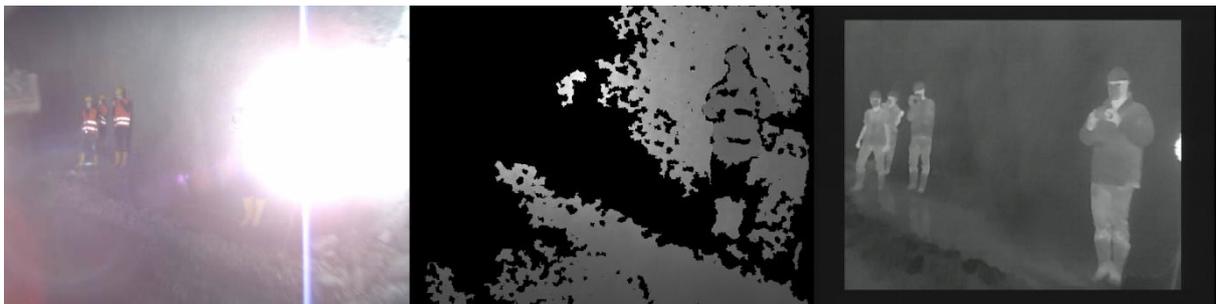


Abbildung 2: Vergleichsbilder – RGB-Kamera, Xtion, Thermalkamera

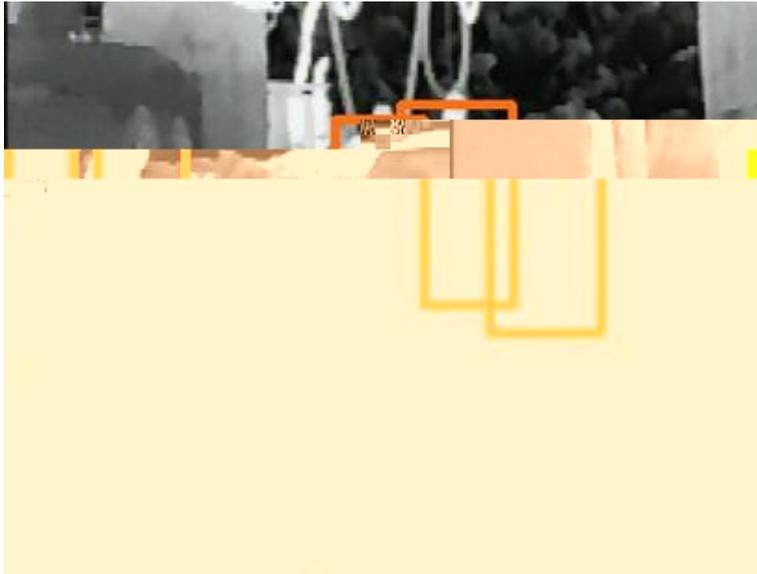


Abbildung 3: Thermalbild: erkannte Personen neben einer Arbeitsmaschine

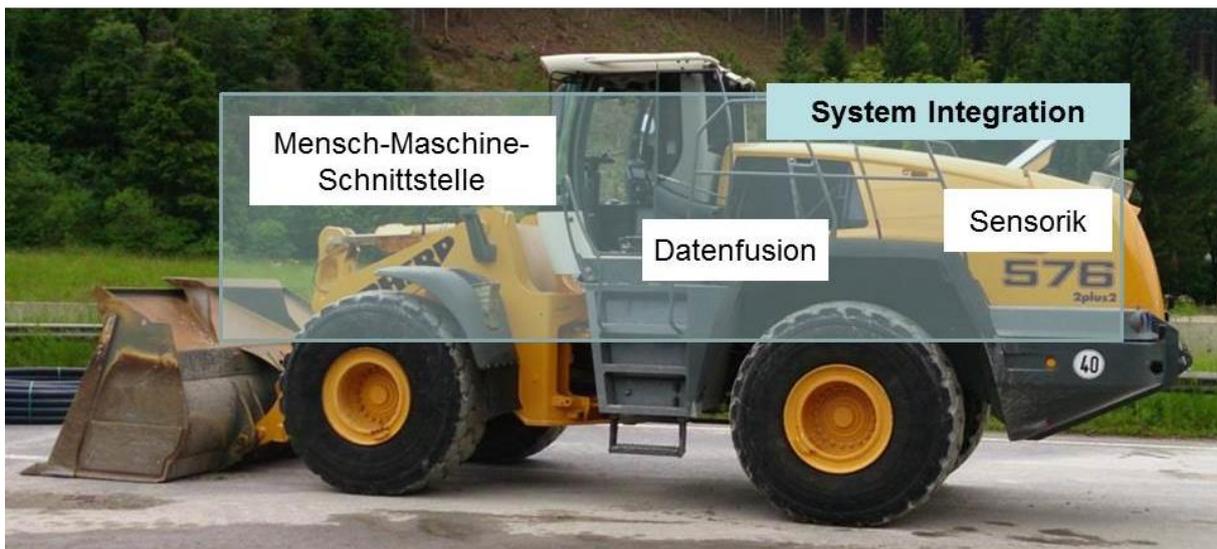


Abbildung 4: Notwendige Themenbereiche für die Entwicklung des Assistenzsystems