

Elisabeth Quendler, Stefan Niernsee und Josef Boxberger, Wien

Systemanforderungen für ein Kindersicherheitssystem

Jährlich verunglücken Kinder tödlich im Umfeld von Traktoren und deren mitgeführten Geräten. Die Häufigkeit nimmt zu, da die eingesetzten Maschinen auf landwirtschaftlichen Betrieben größer und unübersichtlicher werden. Bei weniger Arbeitskräften steigt zugleich der Arbeitsdruck. Ziel dieser Untersuchung ist es, die Systemanforderungen für ein elektronisches Fahrerassistenzsystem zu definieren.

Dr. Elisabeth Quendler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Stefan Niernsee ist Diplomand am Institut für Landtechnik (Leitung: o. Univ. Prof. Dr. Dr. habil. Josef Boxberger) im Department für Nachhaltige Agrarsysteme an der Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien; e-mail: elisabeth.quendler@boku.ac.at
Die vorgestellten Arbeiten werden von der Abteilung Prävention der Berufsgenossenschaft Landshut (DI Fritz Allinger) und der Arbeitsgemeinschaft Zeno gefördert sowie in Zusammenarbeit mit Programm- und Systementwicklung der Siemens Austria AG (Univ. Doz. Dr. Alfred Pohl, Dr. Peter Veith) sowie Identconsulting (DI Kurt Janus) durchgeführt.

Schlüsselwörter

Fahrerassistenzsystem, Radartechnologie, elektromagnetisches Nahfeld, Kinder, Traktor, Maschinen und Geräte

Keywords

Driver assistant system, radar technology, short wave field, children, tractor, agricultural machines and implements

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06105 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Auf Bauernhöfen finden Kinder ein großes technisches Umfeld vor, das sie inspiriert und fasziniert. Im Routinegeschehen vergessen sowohl Erwachsene als auch Kinder, dass diese Umgebung lebensbedrohlich werden kann. In Bayern verunglücken zum Beispiel jährlich bis zu fünf Kinder tödlich. Ähnliche Zahlen sind aus Baden Württemberg, Sachsen sowie Finnland bekannt. In den Vereinigten Staaten oder Australien, in denen bis zu einem Drittel aller Kinder noch auf landwirtschaftlichen Betrieben aufwachsen, werden jährlich durchschnittlich bis zu zwölf Todesfälle sowie Tausende von Verletzten registriert. Tragisch ist auch der Umstand, dass auf jedes tote Kind mehr als zehn Kinder kommen, die bleibende Behinderungen davontragen. Die Anzahl der Handlungen mit unsicherem Ausgang ist für dieses weltweite Problem 1000- bis 10000-fach höher.

Die Ursachen für die Mehrzahl der Todesfälle sind Unfälle im Umfeld von landwirtschaftlichen Fahrzeugen und deren mitgeführten Geräten. Etwa 50 % bis 90 % dieser tödlichen Unfälle ereigneten sich bisher beim Rückwärts- oder beim unübersichtlichen Vorwärtsfahren mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Aufgrund der Unübersichtlichkeit von landwirtschaftlichen Maschinen und der häufigen Untrennbarkeit der Arbeits- und Erziehungsumwelt können Sicherheitslücken nicht allein durch präventives Handeln vermieden werden. Ein System, das gewährleistet, dass Fahrer von landwirtschaftlichen Fahrzeugen über die Anwesenheit von Kindern in schwer einsehbaren Positionen gewarnt werden, könnte die gegenwärtige Unfallhäufigkeit reduzieren helfen.

Die technischen Systemanforderungen für ein Fahrerassistenzsystem, das Kinder erkennt oder ermittelt, müssen dabei so definiert werden, dass die bestehenden Sicherheitslücken, die sich durch das Fehlverhalten von Kindern und Erwachsenen sowie konstruktions- und umgebungsbedingt ergeben können, bestmöglich geschlossen werden.

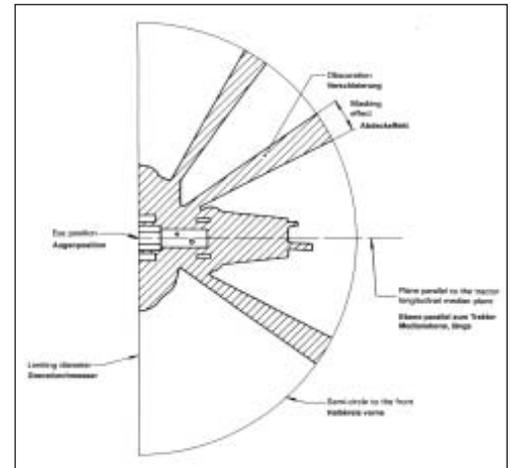


Bild 1: Vordere Sichthalbkreis (Quelle: ISO 5721, 1989, S 5)

Fig. 1: Semi-circle of vision to the front

Untersuchung der Unfallursachen

Faktoren, die die Unfälle von Kindern beeinflussen, umfassen die Anzahl der Gefahren im Umfeld, die körperlichen und psychologischen Eigenschaften des Entwicklungsstadiums des Kindes und die Handlungen der Erwachsenen als Kontrollorgane der Gefahrenfaktoren. Bei den Kinderunfällen, die durch Überrollen ausgelöst werden, kann ganz klar zwischen verhaltens-, fahrzeug- sowie umweltbedingten Ursachen unterschieden werden.

Ein Fernhalten der Kinder oder eine kontinuierliche Aufsicht außerhalb des Arbeitsplatzes oder während der Arbeitserledigung ist gerade auf bäuerlichen Familienbetrieben, die mit wenigen familieneigenen Arbeitskräften bewirtschaftet werden, nicht ständig möglich.

Das Verhalten der Kinder ist durch Spontaneität, Neugierde und Nachahmungsaktivitäten von Erwachsenen geprägt, weshalb sie auch ihre Spielplätze gerne im Umfeld von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten, die einen hohen Detailgrad aufweisen sowie Dynamik aufzeigen, suchen.

Die beiden typischen Unfallhergänge, die bisher tödliches Unglück durch Überrollen auslösten, entsprechen in der Regel einem der nachfolgend erläuterten Abläufe:

- Kinder laufen auf das fahrende oder anfahrens Fahrzeug zu und werden vom Fahrzeug oder Anhänger überrollt.

- Kinder verbergen sich am Fahrzeug (zum Beispiel in der Felge), unter oder hinter dem Fahrzeug oder in dessen Nähe und werden vom anfahrenden Fahrzeug oder der mitgeführten Maschine erfasst.

Im unmittelbaren Umfeld der Traktoren und den mitgeführten Maschinen und Geräten kann konstruktionsbedingt ein relativ großer Bereich nicht vom Sichtfeld des Fahrers, selbst bei einem guten Sehvermögen, erfasst werden.

Die Sichtfeldeinengung ergibt sich durch die flächigen Fahrzeugkomponenten wie Motorhaube und seitlichen Kotflügeln sowie den Maskeneffekten, die durch einzelne strukturelle Komponenten wie Auspuff- und Dachprofile verursacht werden (Bild 1).

Die „Schlimmster-Fall“-Situationen können nach dem Strahlensatzprinzip berechnet werden. Diese wurden an einem Steyr 8090 Turbo mit Anhänger visualisiert und auch für die ungünstigste Situation errechnet. Sie erstrecken sich neben dem Hinterreifen über eine Entfernung von 2,8 Metern und vor der Motorhaube von 1,6 Metern. Das erstgenannte Ergebnis bedeutet zum Beispiel, dass ein 0,75 Meter großes Kleinkind stehend mindestens 1,6 m und krabbelnd 2,3 m seitlich vom hinteren Reifen entfernt sein muss, damit es vom Fahrer beim Seitwärtsschauen gesichtet wird. Beim Anhänger beträgt das nicht einsehbare Feld 100 % im hinteren Bereich und vergrößert sich seitlich von vorne nach hinten, mit zunehmender Länge der mitgeführten Maschine.

Diese Sichtprobleme verschärfen sich mit zunehmender Größe der landwirtschaftlichen Fahrzeuge. Die Längen-, Breiten- und Höhenmaße der Standardtraktoren mit gleicher kW-Anzahl haben sich in den vergangenen Jahrzehnten kaum verändert. Wesentlich ist aber die Tatsache, dass auf landwirtschaftlichen Betrieben die bestehenden Traktoren kontinuierlich durch kW-stärkere Traktoren ersetzt wurden.

Das Gefahren- sowie Marktpotenzial für eine risikomindernde Maßnahme bestimmt der Bestand mit. Weltweit sind 26,3 Millionen Traktoren und 4,2 Millionen Selbstfahrer im Einsatz.

In „Schlimmster-Fall“-Situationen, bei ungünstigen Fahrbahn- und Reaktionsbedingungen, benötigt ein Traktor mit Anhänger bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h etwa 3 m und bei 12 km/h etwa 4 m, um das Fahrzeug zum Stillstand zu bringen. Unter der Annahme, dass das Kind kein Anhalten einleitet und die genannten Annäherungsgeschwindigkeiten unterschreitet, erhöht sich dieser Abstand maximal auf das Zweifache. Bei Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 4 km/h werden beim Rückwärtsfahren für das Anhalten maximal 1,5 Meter benötigt. Dieser Abstand erhöht sich wiederum um den

Bild 2: Demonstrator; Sensor mit Alarmeinheit (links) und Transponder (rechts)

Fig. 2: Demonstrators: sensor with alarm unit (left) and transponder (right)



Anhalteweg, der aus der Annäherungsgeschwindigkeit des Kindes resultiert. Ein Fahrer müsste somit beim Vorwärtsfahren die Gefahr spätestens bei einem Abstand des Fahrzeuges zum Kind von etwa 8 m wahrnehmen, damit der Stillstand früh genug erreicht wird, um eine Kollision zu vermeiden. Im rückwärtigen Bereich reichen wenige Meter.

Um umfassenden Schutz für Kinder bieten zu können, muss das Aufspüren von Kindern auch durch Hindernisse hindurch möglich sein.

Systemauswahl und -aufbau

Eine sichere, direkte Erkennung von Personen ist derzeit nur mit einem großen technischen sowie finanziellen Aufwand von optischen, Infrarot- und elektronischen Technologien möglich. Als alternativer Lösungsansatz für ein zuverlässiges Erkennen um Fahrzeuge kann die indirekte Erkennung über Signalgeber, sogenannte Transponder, die Personen tragen, genutzt werden. Als möglicher Technologieansatz wurde eine Kombination aus kooperativen Radarwellentranspondern für die rasche Erkennung in Fahrtrichtung und der Identifikation durch Kopplung im hochfrequenten elektrischen Nahfeld identifiziert.

Das Prinzip der elektrischen Nahfeldkommunikation beruht darauf, dass jeder elektrische Leiter (Metall) ein Streufeld gegenüber der Erde erzeugt. Auch der menschliche Körper baut ein schwaches Streufeld auf, das genutzt werden kann, um die gegenseitige Beeinflussung (Kopplung) zu erreichen. Mit dem Tragen eines elektronischen Signalgebers (Transponders) am Körper wird dieses gezielt erfasst. Beim Berühren der Streufelder von Mensch und Maschine kann die gegenseitige Beeinflussung ermittelt werden und die Kommunikation ist möglich. Es gibt keine „toten“ Bereiche, da die Aura alle Winkel am Traktor sowie mitgeführten Maschinen erfüllt. Für die Vorwärtsbewegung der Maschine reicht die Erkennungsdistanz von bis zu 2,5 Metern nicht aus, so dass eine zweite Technologie mit größeren Reichweiten zum Einsatz kommt, die aus der Radartechnik bekannt ist. Diese ermöglicht die Bewegungserfassung über Entfernungen von 10 m und empfängt gleichzeitig die Signale eines speziellen Transponders.

Aus der Sicht der Erwachsenen dürften Kinder keine aktiven Sender tragen. Der alternative Lösungsweg ist eine schlummernde Kennungsmarke, die sich nur kurzzeitig

aktiviert und im Empfangsbereich des Radarsensors dessen Strahlung gezielt mit einem ausgeprägten Muster reflektiert, ähnlich einem Spiegel.

Die Kommunikationselemente, die zur Ermittlung von Personen benötigt werden, sind Transponder, Sensor und Alarmeinheit (Bild 2).

Der Transponder, die sogenannte Erkennungsmarke, wird von Kindern getragen und dient der Anwesenheitskontrolle. Dieser tritt mit den Sensoren der Maschine in Wechselwirkung und wird in der UHF-Fernzone und HF-Nahzone von diesen entdeckt und ausgelesen. Die Nah- und Fernfeldsensoren müssen auf der Maschine so installiert werden, dass diese die Nah- und Fernfeldzone, die dem Gefahrenfeld der landwirtschaftlichen Fahrzeuge sowie mitgeführten Geräte entsprechen, bestmöglich überwachen. Die Module bestehen aus einem HF-Empfänger für den Empfang von Signalen im elektrischen Nahfeld und dem Doppelradar, der diese auf Rückstrahlungsbasis empfängt. Die Übertragung der Alarmsignale erfolgt über einen HF-Sender und die Decodierung über einen Mikrokontroller.

Die Alarmeinheit empfängt das Warnsignal über einen HF-Empfänger und führt die Decodierung ebenso über einen Mikrokontroller zur Ausgabe des Alarmbefehls an die optischen und akustischen Signalgeber oder wahlweise an eine elektronische Schnittstelle des Bordnetzes durch. Mit der Inbetriebnahme des Fahrzeuges, der Zündung, werden die Aktivierung des Fahrerassistenzsystems sowie eine Funktionskontrolle sichergestellt, um Kinder auch in den nicht einsehbaren Zonen, in versteckten Positionen, erfassen zu können.

Fazit und Ausblick

Die Entwicklung dieses Sicherheitssystems ist eine sicherheitsfördernde Maßnahme für Kinder, welches die Arbeitsgemeinschaft ZENO an der Universität für Bodenkultur forciert. Ihr Ziel ist die Fertigungsentwicklung des oben erläuterten Prototypen und dessen Erprobung unter realen Verhältnissen, damit dieses die skizzierten Gefahren tatsächlich zu beherrschen imstande ist und einen wesentlichen Beitrag zur Kindersicherheit auf Bauernhöfen leistet. Mit den anstehenden, begleitenden wissenschaftlichen Plausibilitätsprüfungen und einer Feldtestphase können gut abgesicherte Aussagen für die Praxis gewährleistet werden.