



Voll mit Sensoren. Bei einem autonomen Fahrzeug übernehmen Kameras, Infrarot und Ultraschall das „Sehen“.

Der ZUG als Taxi

Fahrerlose KLEINSTBAHNEN könnten den Personenverkehr auf unwirtschaftlichen Nebenstrecken revolutionieren. Den Prototypen haben Salzburger Forscher schon gebaut. TEXT: DANIEL POHSELT

Es war zum Haareraufen. Mit einer Spitzenzeit ging der VW Passat Junior des Stanford-Racing-Teams bei der Darpa Urban Challenge 2007 als Erster durchs Ziel. Doch die Freude währte kurz – ganz oben auf dem Stockerl stand am Ende ein anderer. Ausschließlich autonome Fahrzeuge – Autos ohne Lenker, aber mit Elektronik vollgepackt – gingen in Kalifornien an den Start. Für Verstöße gegen die Straßenverkehrsordnung setzte es harte Zeitstrafen. Eine bekam ausgerechnet das Team der Stanford-Universität – damit war der Sieg verschenkt. Wolfgang Pree von der Uni Salzburg erinnert sich noch gut an das Rennen. Das Interesse an autonomem Fahren führte den Informatik-Professor auf die Rennstrecke – die Vorstellung, dass sich Autos selbst steuern, findet er noch heute „verführerisch“.

Forscherkollege Oliver Gebauer tickt ganz ähnlich. Doch er hat es auf die Bahn abgesehen: Gebauer hat sich ein Konzept für eine autonom fahrende Bahn für Österreichs Regionalstrecken ausgedacht. Im Projekt „autoBAHN“ (für autonom fahrende Bahn) führte seine Vision zu einer Dissertation mit erstaunlichem Ergebnis: Autonome Züge sind schon heute technisch machbar.

„Der Prototyp fährt und funktioniert“, so Gebauer. Es müssten jetzt noch „die Zulassungsvoraussetzungen geschaffen werden“, sagt er. Das hat Google für autonome Autos im US-Bundesstaat Nevada schon geschafft.

Eisenbahnrevolution. Denn speziell auf Nebenbahnen wären kleinere Fahrzeuge, die im Zehnminutentakt fahren, deutlich angenehmere Verkehrsmittel für Bahnreisende. Bei

einer Verdopplung der Fahrgäste wären Regionalbahnstrecken – darunter viele verlustreich – für Betreiber „viel wirtschaftlicher“, glaubt Gebauer.

Damit ist klar: Die Salzburger wollen Eisenbahngeschichte schreiben. Auf frei zugänglichen, normalerweise einspurig geführten Regionalbahngleisen soll ein verdichteter Verkehr autonom fahrender Fahrzeuge realisiert werden. Ob ins Zillertal oder quer durch den Pinzgau: Auf 20 bis 30 Nebenbahnen könnte die autonome Bahn – mit drei bis 15 Fahrzeugen pro Strecke – theoretisch „sofort starten“, so Gebauer. Ein paar hundert Fahrzeuge wären hierzulande dann unterwegs – „nicht mehr mit einem Intervall von ein, zwei Stunden“, so Gebauer. Sondern eher wie Straßenbahnen.

Es gibt dann zwar noch immer einen Fahrplan, „aber man muss ihn nicht mehr kennen“. Um das schlüssig umzusetzen, rauchten an der Uni Salzburg die Köpfe. In dem von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und vom Klima- und Energiefonds geförderten Projekt entstand ein System aus Hard- und Software, Hinderniserkennung und Anbindung an das Streckenleitsystem.

Wie später auch die Fahrt mit dem Prototypen fanden die ersten Tests auf der Traunseebahn zwischen Vorchdorf und Gmunden statt. Mit

„Der Zug stoppte vor dem Hindernis wie erwartet.“

OLIVER GEBAUER, UNI SALZBURG, COMPUTER SCIENCES

einer Länge von rund 15 Kilometern sei sie eine „typische Regionalbahnstrecke“, begründet Projektleiter Pree. Und hier war bereits ein modernes Zugleitsystem der FH Wels installiert, basierend auf Funk- und GPS-Technologie. Bei Gegenverkehr können selbst kleinste Abschnitte gesperrt werden. „Mehr Fahrzeuge können auf der eingleisigen Strecke zur selben Zeit unterwegs sein“, so Pree. Was auch fürs Leitsystem der Welsler spricht: Es sei „sehr bezahlbar“, ergänzt Gebauer.

Elf Meter Länge, Platz für 30 Passagiere, Türen wie bei der U-Bahn – und das zu Produktionskosten von rund 1,2 Millionen Euro: So könnte das revolutionäre waggonfreie Bahnfahrzeug aussehen. Die zusätzlichen Energiekosten würden durch die Mehreinnahmen beim Passagieraufkommen und die Einsparung von Triebfahrzeugführern mehr als wett gemacht. „Und die Fahrzeuge wären abhängig von der Strecke nur so groß, wie sie für ihren Takt sein müssen“, sagt Pree.

Für den Prototypen wurde im Projekt mithilfe von Siemens ein altes Fahrzeug des Verkehrsbetriebs Stern & Hafferl umgebaut. Eines war den Forschern wichtig: Sie wollten ohne Infrastrukturänderungen durchkommen. „Das sind die teuersten Investitionen“, weiß Pree. Auf der Strecke alle hundert Meter Kameras zur Hinderniserkennung zu montieren war keine Option. Aber es befindet sich ganz schön viel Sensorik an Bord. „Jede Sensortechnologie hat Stärken und Schwächen“, sagt Pree. Der Laserscanner erkennt Hindernisse auch in der Nacht bis 200 Meter Entfernung. Video- und Infrarotkameras im Stereomodus, wie sie vom Partner AIT (Austrian Institute of

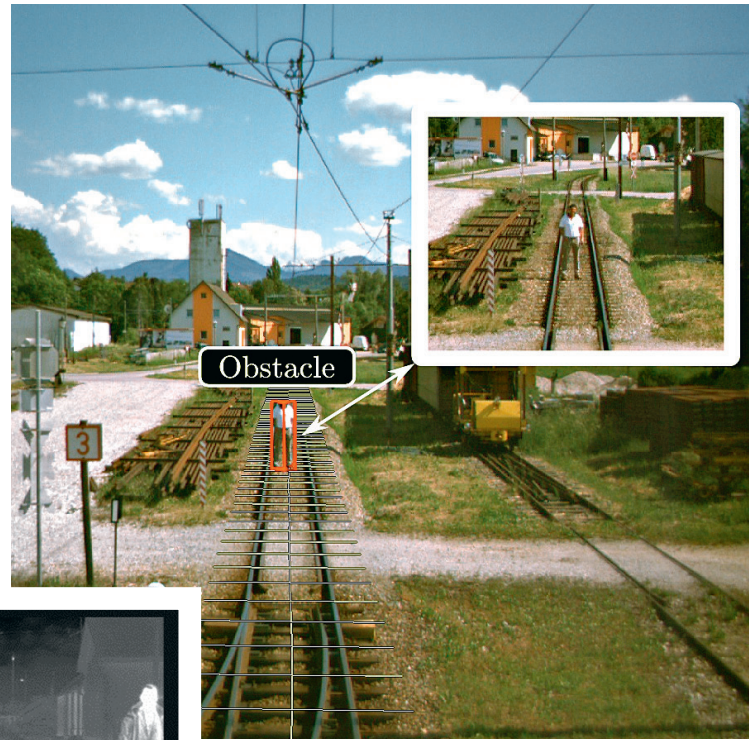
PROJEKT AUTOBAHN

FÜHRERLOS. Schon heute werden führerlose Züge auf Flughäfen und U-Bahnen im hochfrequenten Massenverkehr eingesetzt. Sie bewegen sich jedoch nur auf baulich abgegrenzten Schienen. Da Kreuzungen mit anderen Fahrwegen vermieden werden, ist eine Hinderniserkennung für deren Zulassung nicht erforderlich. Bei der führerlosen U-Bahn Nürnberg wird z. B. ein im Bahnsteigbereich installiertes Radarsystem verwendet. Züge verfügen über keine bordeigene Sensorik zur Überwachung der Strecke. Im niederfrequenten Regionalbahnbereich sind derartige Systeme aus wirtschaftlicher und baulicher Sicht nicht machbar.

ZIEL. Das vom Klima- und Energiefonds und der FFG geförderte Projekt „autoBAHN“ hatte eine radikale Innovation zum Ziel: einen Zehnminutentakt auf Regionalbahnen. Dazu war es notwendig, auf frei zugänglichen, einspurig geführten Regionalbahnen einen verdichteten Verkehr autonom fahrender Fahrzeuge zu realisieren.

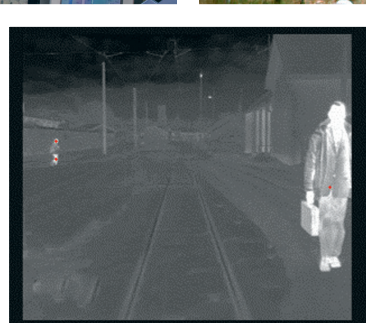


Test. Demo-Fahrt auf der Traunseebahn-Strecke: Der Lokführer ist nur zur Überwachung an Bord.



Auf und neben dem Gleis. Infrarotkameras detektieren wärmeabstrahlende Lebewesen gut (l.).

Vorsicht. Eine realistische Gefahr ist, dass Menschen das Gleis betreten. Daher ist der Prototyp mit enormem Technikeinsatz unterwegs.



AUTONOM FAHREN

BEWEGUNG. Zwei Wettbewerbe im Umfeld autonom fahrender Autos, die das US-Verteidigungsministerium über dessen Forschungsagentur Darpa veranstaltete, zeigten eines: Autonomes Fahren ist möglich. Die größten Probleme lagen dabei in der Identifikation des Fahrwegs und der Bewegungen anderer Verkehrsteilnehmer.

SCHIENE. Durch die Schiene wird die Komplexität der Umweltwahrnehmung durch Sensoren wesentlich reduziert, da kein Fahrweg erkannt werden muss. So könnte autonomes Fahren weltweit nicht nur auf speziell gesicherten, sondern auch frei zugänglichen Strecken – etwa Regionalbahnen – Realität werden.

» Technology) verwendet wurden, würden Hindernisse, besonders „wärmeabstrahlende Lebewesen“, ausgezeichnet erkennen, erläutert Gebauer. Der Ultraschall? Sei wiederum sehr preiswert. Aber nur bei der Anfahrt des Fahrzeugs – also im unmittelbaren Nahbereich – „eine Hilfe“. Zuverlässiger erkennt die „Sensor-Datenfusion“ Hindernisse. Mit viel Hartnäckigkeit dampften die Forscher solange Sensorinformationen ein, „bis wir Gesetzmäßigkeiten ableiten konnten und die zeitkritische Erkennung von Hindernissen auch bei Ausfall von Sensorik funktionierte“, sagt Pree.

Testmarathon. Klassische „Hindernisse“ auf Bahnstrecken können Pkw sein, die „bei unbeschränkten Abschnitten schnell noch vor dem heranfahrenden Zug über die Gleise brausen wollen“, weiß Gebauer. Aber auch umgefallene Bäume, Tiere – oder Selbstmörder. Deshalb der Mix verschiedener Sensortechnologien: „Nur so lässt sich der Worst Case verhindern“, so Gebauer. Im Sommer 2011 gingen die Salzburger dann aufs Ganze. Von Vorchdorf kommend war der umgebaute Triebwagen mit einer Maximalgeschwindigkeit von 50 km/h unterwegs. Gebauer selber saß am Steuer seines Autos und war das

„Hindernis“ – der Zug detektierte es richtig und „stoppte wie erwartet“, so Gebauer.

Schattenbildung aufgrund starker Sonneneinstrahlung wird vom System hingegen als ungefährlich eingestuft, schildert Gebauer. Bei der Testfahrt war noch ein Lokführer „zur Überwachung“ dabei. Den braucht man in der realen Anwendung dann nicht mehr. Der Personaleinsatz käme angesichts der größeren Anzahl an Fahrzeugen, die ein autoBAHN-System für Nebenbahnen erfordern würde, auch zu teuer. „Die autoBAHN wäre eine innovative Form der Elektromobilität“, meint Projektleiter Pree. Denn die Fahrzeuge würden nicht nur elektrisch oder hybrid angetrieben werden. „Sie fahren autonom.“

Schnelle Umsetzungserfolge wären den Forschern wichtig. Unsere Lösung „ist nicht für den akademischen Elfenbeinturm konzipiert worden“, betont Gebauer. Deshalb halte man Ausschau nach Entwicklungspartnern für das Fahrzeug – und 2013 will man einen Folgeprojektantrag einreichen. Da gehe es ums Thema „autoBAHN-Zulassung im öffentlichen Verkehr“. Eine Gesetzesänderung wäre eventuell auch erforderlich – einen Passus „autonomes Fahren“ gibt es derzeit nämlich gar nicht. ■

DIE TESTSTRECKE

TRAUNSEEBAHN. Auf der Traunseebahn zwischen Vorchdorf und Gmunden steht den Forschern der Uni Salzburg und der FH Wels eine Demonstrationsanlage zur Verfügung, mit der die Realisierbarkeit des autoBAHN-Systems prototypisch gezeigt wurde. Dabei wurde ein Triebwagen der Firma Stern & Hafferl von Siemens so umgebaut, dass er in eine Richtung – von Vorchdorf nach Gmunden – autonom unter Überwachung eines Lokführers fahren kann.

IT-SYSTEM. Für Hinderniserkennung und Zugsteuerung wurde ein ausgefuchstes IT-System mit Sensoren, Aktuatoren, entsprechenden Rechnern, funkbasierter Zugsicherung sowie zentraler Steuerung entwickelt.