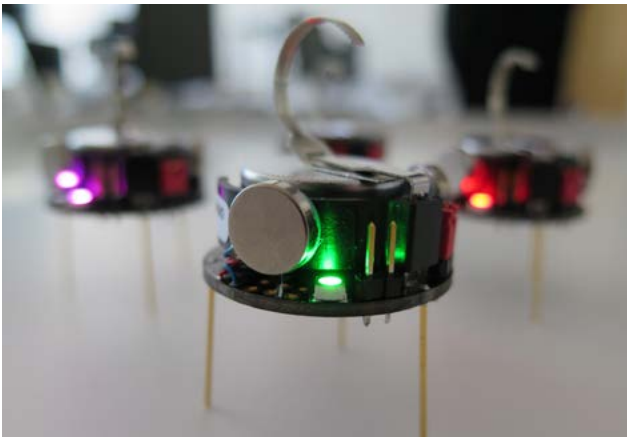


Industrie 4.0

## Was Roboter von Ameisen lernen

Von Katja Hirnickel und Claudia Tremel – Lesedauer: 4 Minuten – 31. Mai 2018

Im Forschungslabor „Swarm Lab“ der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mosbach setzen Prof. Dr. Alexander Auch und Prof. Dr. Christian Kuhn Miniaturroboter, sogenannte Kilobots, in Forschung und Lehre ein, ergründen die Intelligenz von Schwärmen. Für die Industrie 4.0 ergeben sich daraus technische Möglichkeiten und konkrete Anwendungsfälle.



Kilobots  
Foto: DHBW Mosbach

### Professor Auch, was ist ein Kilobot?

**Auch:** Der Kilobot ist ein Kleinstroboter mit eingeschränkten Funktionen, der sich mithilfe von Vibrationsmotoren langsam fortbewegt und sich dabei nach links und rechts dreht. Mit seinen Sensoren nimmt der kleine Automat relativ begrenzt seine Umgebung wahr. Jeder Kilobot erhält eine Identität und wird einer bestimmten Einheit zugeordnet. Sobald sie die Miniroboter nahe genug kommen, übermitteln sie sich durch Infrarotsender und -Empfänger an ihrer Unterseite, wer sie sind, zu welcher Einheit sie gehören und welche Nachbarn sie „sehen“. Dieses Infrarotsignal wird vom Boden reflektiert, so dass es sich relativ breit streut. Auf diese Weise empfängt jeder Kilobot auch die Information, wie viele Nachbarn seine Nachbarn wahrnehmen und kann abschätzen, ob er und seine Nachbarn sich in der Peripherie oder im Zentrum des Schwarms befinden. Über die Signalstärke schätzen

die Bots die Distanz zu den anderen ab, wird die Distanz jedoch zu groß, verlieren sie den Kontakt zueinander. Entwickelt wurden diese einfachen und mobilen Einheiten übrigens im Jahr 2011 von Wissenschaftlern an der Harvard University.

### Wie viel Technik steckt in dieser einfachen und mobilen Einheit?

**Auch:** Jedes Smartphone hat wesentlich mehr Rechenleistung als ein einzelner Kilobot. Er ist eine einfache CPU (Central Processing Unit, (Haupt-) Prozessor des Computers), die mit acht Megahertz läuft, dazu 32 Kilobyte Flash-RAM und zwei Kilobyte Hauptspeicher besitzt. Damit funktioniert die gesamte Programmlogik. Um die begrenzten Funktionen des Kilobots zu erweitern und ihm damit ein komplexeres Verhalten zu ermöglichen, werden wir noch in diesem Jahr das Hardware-Design und die Sensorik überarbeiten.

### Warum beschäftigen Sie sich mit den Miniautomaten?

**Auch:** Das Verhalten von Schwärmen ist ein Phänomen, das sich ausschließlich aus der Wechselwirkung von benachbarten Individuen ergibt. Ameisenkolonien beispielsweise suchen in Schwärmen große Bereiche nach Nahrung ab oder schließen sich zu Brücken und Ketten zusammen, um Hindernisse zu umgehen oder zu überqueren. Unsere Absicht ist die Erforschung dieser Schwarmintelligenz. Dafür eignen sich die Kilobots gut, da sie sich kostengünstig in großen Mengen herstellen lassen. Mit ihnen simulieren wir ganz unterschiedliche Szenarien.

### Wie sieht so eine Simulation aus?

**Auch:** Aktuell beschäftigen wir uns mit dem Räuber-Beute-Szenario. Dafür haben wir die Kilobots in zwei Gruppen eingeteilt: Zwei Kilobots sind Wölfe, acht Stück sind Schafe. Die Schafe müssen zunächst eine Art Schwarm bilden, sie müssen sich also finden. Dazu laufen sie und drehen sich, bis sie in ihrer Umgebung mindestens drei andere Kilobots „sehen“. Danach bleiben sie stehen und „grasen“ friedlich. Das Infrarotsignal leuchtet weiß. Ein weiterer Kilobot nähert sich dem Schwarm. Er übermittelt seine



Identität und vor allem, ob er Wolf oder Schaf ist. Ist er ein Wolf, merken das die Schafe und versuchen auszuweichen. Das Infrarotsignal zeigt nun pink, das für den Panikmodus steht. Weil die Kilobots mit ihrer beschränkten Sensorik die Richtung des Signals nicht orten können, zeigen sie ein zufälliges Verhalten: Sie laufen in eine beliebige Richtung, messen dabei ständig die Distanz zum Räuber. Wird die Distanz kleiner, wissen sie, dass sie in die falsche Richtung laufen und dann erfolgt eine Drehung. Auf diese Art versuchen sie zu entkommen.

#### Welche Nutzen ziehen Sie aus der Simulation solcher Szenarien?

**Kuhn:** Die Verhaltensweisen der Kilobots sind auch für andere Anwendungsbereiche relevant: Sie lassen sich auf Bots übertragen (Bot, von englisch: robot; deutsch: Roboter). Der Bot ist eine Software, die nahezu selbstgesteuert Aufgaben übernimmt und nicht auf die Interaktion mit Menschen angewiesen ist. Ein Chat – das Frage-Antwort-Verhalten von Akteuren im Internet – kann beispielsweise über einen Bot als „Experten“ sinnvoll ergänzt werden. Diese nahezu selbstständig laufenden Computerprogramme sind vielseitig einsetzbar, konkret für produzierende Unternehmen, die in Zeiten der Industrie 4.0 zunehmend gefordert sind, Produkte individuell zu fertigen und dies durch autarke, selbständige Fertigungseinheiten durchzuführen.

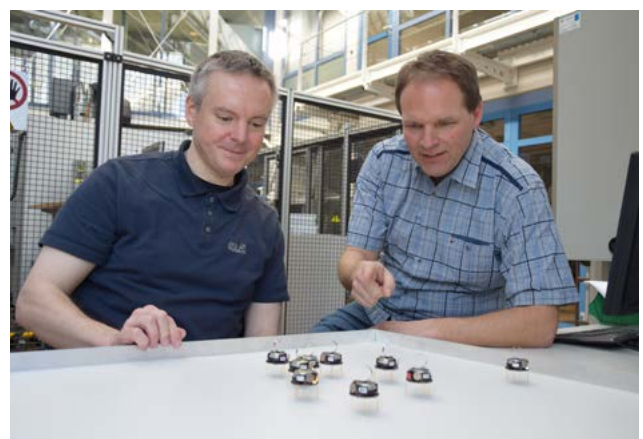
Betrachten wir hierbei die Intralogistik, also den Waren- und Materialfluss zwischen Fertigungshalle und Lager. Wegen den steigenden Transportbewegungen, die zusätzlich immer flexibler sein müssen, stoßen zentrale Steuerungen aufgrund ihrer Starrheit schnell an ihre Grenzen. Der Einsatz autarker Bots kann hier sehr wertvoll sein. Der mobile Roboter übernimmt den Materialtransport und achtet darauf, dass er nirgendwo anstößt. Ist ein Werkstück zu groß, sammeln sich die Bots und führen den Transportauftrag gemeinsam aus – und das selbständig ohne zentrale Steuerung. So funktioniert ein Materialfluss für die industrielle Fertigung, der sich selbst steuert, organisiert und optimiert. Bis dahin ist es zwar noch ein weiter Weg, aber in unseren Forschungen, die wir gemeinsam mit unseren Studierenden durchführen, simulieren wir die ersten Basisprozesse.



Fortbewegung durch Vibrationsmotoren  
Foto: DHBW Mosbach



Kilobot, Infrarotsignal,  
Foto: DHBW Mosbach



Prof. Dr. Alexander Auch, Prof. Dr. Kuhn (von links),  
Foto: DHBW Mosbach



### Wie geht es mit dem Swarm Lab weiter?

**Kuhn:** Die Kilobots und das Swarm Lab sind eingebettet in unsere forschungsintegrierte Lehre. Schon heute haben wir mit unserem ‚Living Lab‘ eine digitale Fabrik, in der Lehre und Forschung zusammenfließen, um realitätsnah Fertigungsprozesse zu simulieren. Ich kann mir vorstellen, dass wir hier unseren Materialfluss mit schwarm-basierten Algorithmen verbessern. Kilobots beziehungsweise deren Nachfolger transportieren dann Werkstücke zwischen kollaborativen Robotern. Einzelkomponenten als demonstrationsfähige Versionen könnten möglicherweise in drei bis fünf Jahren entwickelt werden.

<https://www.youtube.com/watch?v=TgbUWFI1w0>



Das Interview führten Katja Hirnickel für die Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach und Claudia Tremel für das **Center for Advanced Studies der DHBW**.

Das DHBW CAS bietet duale und berufsbegleitende **Master-Studiengänge** in den Fachbereichen **Wirtschaft, Technik** und **Sozialwesen** sowie weitere Möglichkeiten zur beruflichen **Weiterbildung**.



Prof. Dr.-Ing. Christian Kuhn  
Wissenschaftlicher Leiter **Master  
Integrated Engineering, DHBW CAS**  
Studiengangsleiter **Elektrotechnik  
DHBW Mosbach**



Prof. Dr. Alexander Auch  
Studiengangsleiter Angewandte Informatik  
**DHBW Mosbach**

---