Wenn Intelligenz entsteht

Was haben eine Fertigungszelle, eine Ameisenkolonie, das Internet und ein Vogelschwarm gemeinsam? Sie alle legen ein intelligentes Verhalten an den Tag, welches die Möglichkeiten der einzelnen Komponente oder Individuums bei weitem übersteigt.

Emergentes Verhalten

Das einzelne Datenpaket, welche durch eine LAN-Leitung jagt, ist in keiner Weise intelligent, sondern bloss eine Abfolge von Nullen und Einsen. Und auch der Roboter, welcher, wie von Geisterhand gesteuert, eine Werkstückpalette zur Fräsmaschine bringt, hat keine Ahnung vom Sinn seines Tuns – geschweige denn vom Produkt, das am Ende des Prozesses entsteht.
Und doch erscheint die Produktion in einer Fertigungshalle als intelligentes Verhalten. Einzelne Komponenten spielen sinnvoll zusammen und ergeben ein Ganzes, dessen Agieren weit über das Können der einzelnen Komponente hinausreicht: ein Phänomen, das als «Emergenz» bezeichnet wird – und seine Vorlage im Tierreich hat.

Das Superhirn

Beispiele für emergente Intelligenz gibt es unzählige. Glühwürmchen können simultan blinken, Bakterien finden gemeinsam Nahrung, Fische schlagen wesentlich grössere Fressfeinde in die Flucht. Und Honigbienen können nicht nur tänzelnd anzeigen, wo sich eine gute Nahrungsquelle befindet, sondern in Kolonien mit bis zu 50’000 Individuen Meinungsverschiedenheiten beilegen!
Im Prinzip funktioniert auch unser Gehirn in dieser Weise. Das einzelne Neuron ist blosse Funktion; erst die Verbindung mit Millionen anderen Neuronen schafft Intelligenz. Und sogar das Internet verhält sich wie ein intelligenter Organismus: Das Netzwerk der Kommunikationskanäle, welche die Individuen verbinden, sind das Nervensystem dieses Superhirns.

Der Staat der Ameisen

Eine der erstaunlichsten Leistungen in diesem Bereich sind die Strukturen, welche von Ameisen gebildet werden. Seit 140 Millionen Jahren bevölkern sie die Erde, weltweit gibt es rund 12’000 verschiedene Arten und jede hat besondere Fähigkeiten. Manche können Brücken aus sich selbst konstruieren, den Gemeinschaftsbau mit einer Klimaanlage ausstatten oder eine ganze Versorgungslogistik organisieren. Dabei ist die einzelne Ameise meist hochspezialisiert. Einige sind Blattschneider, andere sind Träger, wieder andere Krieger. Jedes Individuum hat ein sehr begrenztes, aber auch sehr funktionelles Verhaltensrepertoire. Dabei reagiert es auf Pheromone, also hormonelle Duftstoffe. Durch zwei, drei simple Regeln entsteht aus dem Chaos Ordnung, das System zeigt Eigenschaften, welche die einzelnen Individuen nicht haben: Emergenz.

Der Schwarm der Schwärme

Ebenso verblüffend ist das Verhalten von grossen Vogelschwärmen, beispielsweise von Staren. Auf ihren Zügen bilden Sie riesige Verbünde von bis zu einer Million Vögeln. Sie bewegen sich in scheinbar regellosen Richtungsänderungen und verhalten sich so als Kollektiv, das aussieht wie ein grosses schwarzes Tier. Diese schiere Grösse, die extrem enge Formation und die schnellen Bewegungen verwirren mögliche Feinde. Einem Raubvogel fällt es schwer, ein einzelnes Individuum zu erkennen und anzugreifen. Es kommt sogar vor, dass das Verhalten eines Schwarms einen angreifenden Raubvogel zum Absturz bringt! Der einzelne Star orientiert sich dabei nur an seinen sieben direkten Nachbarn. Er fliegt genau gleich schnell und in dieselbe Richtung wie sie. Dadurch erschient der Schwarm gesteuert: Emergenz.