

campus

MIT EINEM
VORWORT VON
DON TAPSCOTT
AUTOR VON
WIKINOMICS

PETER MILLER
DIE INTELLIGENZ
DES SCHWARMS

**WAS WIR VON TIEREN FÜR UNSER
LEBEN IN EINER KOMPLEXEN WELT
LERNEN KÖNNEN**

Inhalt

Einleitung	
Was die Experten sagen	9
1. <i>Ameisen</i> – Wer ist hier der Boss?	17
2. <i>Honigbienen</i> – Kluge Entscheidungen	45
3. <i>Termiten</i> – Stein auf Stein	109
4. <i>Gleich und Gleich</i> – Das Geheimnis der Herden und Horden	155
5. <i>Heuschrecken</i> – Wenn Schwärme Amok laufen	215
Schluss	
Die richtige Entscheidung	243
Dank	253
Anmerkungen	257
Register	265

Einleitung

Was die Experten sagen

Die Fluggesellschaft Southwest stand vor einer schwierigen Frage: Sollte sie ihren Passagieren auch weiterhin erlauben, sich beim Einstieg hinzusetzen, wo sie wollten, oder sollte sie diese Politik aufgeben? Southwest war die einzige Fluglinie, bei der sich Fluggäste ihren Platz spontan selbst aussuchen konnten. Sie hatte diese Praxis 34 Jahre zuvor eingeführt und war stolz auf ihr Image als Paradiesvogel der Branche. Dank ihrer Originalität war sie eine der größten Fluggesellschaften der Welt geworden. Southwest war immerhin die erste Fluglinie, deren Stewardessen während des Flugs Witze erzählten.

In den letzten Jahren hatten sich jedoch vor allem die Passagiere der Business Class über die Sitzplatzvergabe bei Southwest beschwert. Um einen guten Sitzplatz zu ergattern, musste man entweder Stunden vor dem Abflug im Flughafen sein und anstehen, oder daran denken, sich einen Tag vorher im Online-Reservierungssystem des Unternehmens eine Bordkarte auszudrucken. Viele Kunden klagten, sie würden behandelt wie Vieh, und das war angesichts des harten Konkurrenzkampfs der Branche natürlich keine gute Werbung. Also stellte Southwest das Boarding zur Diskussion: Wenn die Kunden mit einer Sitzplatzreservierung zufriedener waren als ohne, dann war man bereit, zumindest darüber nachzudenken.

Diese Frage war allerdings nicht ganz einfach zu beantworten. Erstens wusste niemand, wie sich die Reservierung auf die Ein-

stiegszeiten auswirken würde. Southwest war stolz auf ihre zügigen Startvorbereitungen. Sollte die feste Sitzplatzvergabe den Prozess beschleunigen, dann wäre das natürlich ein gutes Argument für einen Wechsel. Wenn nicht, dann nicht. Die Geschwindigkeit des Boardings hing unter anderem von der Reihenfolge ab, in der man die Passagiere einsteigen ließ. Man konnte beispielsweise mit den hinteren Sitzreihen anfangen, oder sich umgekehrt von vorne nach hinten durcharbeiten. Genauso gut konnte man erst die Fensterplätze, dann die mittleren und schließlich die Sitzreihen am Gang aufrufen. Oder zwischen verschiedenen Bereichen abwechseln. Jede dieser Strategien hatte ihre Vor- und Nachteile, und jede nahm unterschiedlich viel Zeit in Anspruch. Wie sollte die Fluggesellschaft herausfinden, welche dieser vielen Möglichkeiten die Beste war?

Für den Southwest-Analytiker Doug Lawson lag die Antwort auf der Hand: Um herauszufinden, ob der Einstieg mit Sitzplatzreservierung schneller war als ohne, musste man einfach die verschiedenen Varianten am Computer durchspielen. Bei der Konkurrenz war dies längst gängige Praxis. Mit einem kleinen Unterschied: Lawsons Computersimulation basierte auf dem Verhalten von Ameisen.¹

»Ameisen geben ein perfektes Modell ab«, erklärt er. »Bei unserer Simulation hatten wir es mit Individuen zu tun, die sich in einen beengten Raum drängen und dort miteinander interagieren. Jeder Einzelne hat eine klare Aufgabe. Jeder muss sich einen Platz suchen, während alle anderen gleichzeitig versuchen, dieselbe Aufgabe zu lösen. Das ist im Grunde ein typisches Problem aus der Natur.«

Wie echte Ameisen gehorchten Lawsons digitale Insekten einer Hand voll simpler Verhaltensregeln: »Jede geht über eine Rampe in das Flugzeug. Ohne Sitzplatzreservierung hat jede Ameise eine ungefähre Vorstellung davon, was für sie ein guter Platz ist und was nicht – das wissen wir aus unseren realen Passa-

gierdaten. Sie sieht sich die Situation an und sagt sich, dieser Platz ist frei, also versuche ich, mich dahin zu setzen.« Ist der Weg frei, geht die Ameise den entsprechenden Gang entlang und setzt sich. Wenn andere Ameisen im Weg stehen, wartet sie entweder einige Sekunden oder bittet diese, Platz zu machen. (Lawson führte diese Warteregeln ein, nachdem die ersten Simulationen reichlich turbulent verlaufen waren: »Alle haben versucht, sich gleichzeitig durch den Gang zu quetschen, sie haben geschoben und gedrängt und sind übereinander gekrabbelt. Das Flugzeug war ein einziges Chaos, und wir mussten sie ein bisschen beruhigen.«) Wenn alle Ameisen einen Platz gefunden haben, ist die Simulation beendet, und man kann die benötigte Zeit mit der Dauer anderer Simulationen vergleichen.

Da Southwest nur Maschinen vom Typ Boeing 737 einsetzt, waren die räumlichen Gegebenheiten immer dieselben, und es war einfach, Lawsons Computersimulationen mit realen Boardingdaten abzugleichen. Außerdem ließ Southwest seine Mitarbeiter einen Tag lang echte Einstiege proben, um Lawsons Daten zu überprüfen. Nachdem Lawson alle denkbaren Varianten durchgespielt hatte, kam er zu dem Schluss, dass es mit der freien Sitzplatzwahl recht zügig ging, dass die Reservierung den Einstieg aber unter bestimmten Umständen ein bisschen beschleunigen konnte. Die Differenz betrug allerdings nur ein oder zwei Minuten, und das war noch kein ausreichender Grund für Southwest, die bewährte Tradition aufzugeben.

»Wir haben eine Menge Stammkunden, die es gut finden, dass sie einfach einsteigen und sich ihre Sitznachbarn selbst aussuchen können«, sagt Lawson. »Für sie war das ein Markenzeichen, und sie wollten nicht, dass sich die Marke ändert.«

Also behielt Southwest die freie Platzwahl bei und sah sich stattdessen an, wie sich die Passagiere am Gate aufstellen. Wenn das eigentliche Problem darin bestand, dass die Kunden keine Lust hatten, sich um einen Platz in der Schlange zu balgen, dann

konnte man ihnen doch einfach beim Check-in eine Nummer geben. Der Einstieg konnte ja immer noch nach dem Motto »wer zuerst kommt, mahlt zuerst« ablaufen, aber die Position in der Schlange vor dem Einstieg hing davon ab, wann jemand eincheckte, ob persönlich oder online. So mussten Passagiere nicht schon Stunden vorher da sein, um in der Schlange möglichst weit vorn zu stehen, und sie konnten sich beim Einstieg immer noch ihren Sitzplatz frei aussuchen, »solange sie sich nicht bei jemand anderem auf den Schoß setzten«, schmunzelt Lawson. Im Herbst 2007 führte die Fluggesellschaft das neue System ein.

Was hatte Southwest davon, das Verhalten ihrer Passagiere mit Ameisen zu simulieren? Was haben denn Ameisen mit Fluggesellschaften gemeinsam? Die Antwort hat mit einem erstaunlichen Phänomen zu tun, dass ich als »intelligenten Schwarm« bezeichne. Der intelligente Schwarm hat sich in einer Jahrmillionen langen Evolution entwickelt. Der Schwarm kann eine Ameisenkolonie in der Wüste sein, die weiß, wie viele Arbeiterinnen sie jeden Morgen für eine bestimmte Aufgabe abstellen muss, obwohl sie nicht die geringste Ahnung hat, wie sich die äußeren Bedingungen entwickeln. Oder ein Volk von wilden Honigbienen, das ein narrensicheres System entwickelt hat, um die ideale Baumhöhle für sein neues Zuhause zu finden und kontrovers verschiedene Möglichkeiten zu erörtern. Oder ein Schwarm aus Tausenden von Fischen, die ihr Verhalten derart präzise koordinieren und blitzartig gemeinsam die Richtung ändern können, als wären sie ein einziges Lebewesen. Oder eine riesige Herde von Rentieren auf ihrer Wanderung an den Rand der Arktis, die zwar wissen, dass am Ende ihres Weges die Weidegründe auf sie warten, von denen aber die wenigsten den Weg dorthin kennen. Ein intelligenter Schwarm ist einfach gesagt ein Zusammenschluss von einzelnen Wesen, die so auf die übrigen Angehörigen der Gruppe und auf ihre Umgebung reagieren, dass sie gemeinsam

die Bedrohungen, die Unsicherheit und die Komplexität ihrer Umwelt bewältigen können.

Lawson ließ sich durch die Intelligenz inspirieren, mit der eine Ameisenkolonie eine große Aufgabe in Tausende kleiner Schritte zerlegt. So erfand er seine virtuellen Ameisen, die er als »bewegliche, denkende Objekte« beschreibt. Seine digitalen Insekten sind zwar einfacher gebaut als echte Ameisen, doch sie imitieren deren praktische Intelligenz. »Hier in Texas gibt es die unterschiedlichsten Ameisen«, erklärt Lawson, der in der Southwest-Zentrale in Dallas arbeitet. »Zum Beispiel die Blattschneiderameisen mit ihrer erstaunlichen sozialen Struktur.« Wie ihre tropischen Vettern aus Südamerika kultivieren Ameisen dieser Art (*Atta texana*) in ihrem Bau einen Pilz, von dem sich ernähren. Dazu haben sie ein regelrechtes Fließband entwickelt. Am einen Ende der Kette schneiden Ameisen Blattschnipsel von Bäumen oder Sträuchern ab und tragen sie in ihr Nest, wie E. O. Wilson und Bert Hölldobler in ihrem Buch *Der Superorganismus* beschreiben.² Dort schneidet eine zweite Arbeitsgruppe von etwas kleineren Ameisen die Blätter in noch kleinere Stückchen und überlässt diese einer dritten Gruppe. Diese wiederum etwas kleineren Ameisen zerkauen die zerkleinerten Blätter zu einem Brei und rollen ihn zu Bällchen. Eine vierte Gruppe noch kleinerer Ameisen pflanzt Pilze in diese Bällchen und legt einen unterirdischen Garten an. Und eine letzte Gruppe, die kleinsten Arbeiterinnen, pflegt diesen Garten liebevoll und entfernt unerwünschte Sporen.

Ein Volk von Blattschneiderameisen hat Millionen von Arbeiterinnen und kann pro Jahr eine halbe Tonne Blätter verarbeiten. Das gibt Ihnen vielleicht eine vage Vorstellung davon, welche Fähigkeiten Ameisen entwickeln, indem sie ihre Anstrengungen bündeln und koordinieren. Mithilfe eines ausgeklügelten Kommunikationssystems, das über Duftstoffe funktioniert, besitzen Ameisenvölker als Gruppe Fähigkeiten, die weit über das hinaus-

gehen, was eine einzelne Ameise leisten kann. Daher beschreiben Wilson und Hölldobler solche Kolonien als Superorganismen und kommen zu dem Schluss: »Wir können einen Menge von diesen Insektenstaaten lernen«.

Vielleicht überrascht Sie das ein bisschen. Wie kann es sein, dass Ameisen, Bienen oder Termiten mehr wissen als wir? Wie sollten diese winzigen Lebewesen in der Lage sein, komplizierte Probleme besser zu lösen als eine moderne Fluggesellschaft? Wenn Ameisen so intelligent sind, warum fliegen sie dann nicht in Boeings durch die Luft? Tatsache ist, dass Ameisen und andere Tiere seit Millionen von Jahren erfolgreich mit den denkbar schwierigsten Problemen umgehen: Gibt es nächste Woche genug Nahrung für alle? Wo befindet sich das Futter? Wie viele Arbeiterinnen benötigt das Ameisenvolk für den Bau des Nests? Welchen Einfluss hat das Wetter auf die diesjährige Wanderung der Rentierherde? Und sie haben auf diese Herausforderungen reagiert, indem sie eine besondere Form des Gruppenverhaltens entwickelt haben, mit dem sie flexibel, anpassungsfähig und zuverlässig auf jede Situation reagieren können.

Wenn die Gesetze des intelligenten Schwarms in mathematische Formeln übersetzt werden, sind sie extrem wirkungsvolle Werkzeuge, mit deren Hilfe moderne Unternehmen einige ihrer schwierigsten Probleme lösen können. Fabrikanten setzen diese Modelle beispielsweise ein, um ihre Produktion zu optimieren. Telefongesellschaften verwenden sie, um Anrufe zu beschleunigen. Flugzeugmechaniker und Ingenieure entdecken mit ihrer Hilfe Probleme an neuen Maschinen. Und Geheimdienste verwenden sie, um unsere gefährliche Welt zu beobachten.

Wie funktioniert der intelligente Schwarm? Das wollen wir uns in den ersten drei Kapiteln ansehen, indem wir Biologen in die Natur folgen, um die Geheimnisse des kollektiven Verhaltens zu enträtseln. Wie diese Forscher festgestellt haben, verteilen staatenbildende Insekten wie Ameisen, Bienen und Termiten die

Problemlösung auf viele Einzelwesen, von denen jedes ganz einfachen Anweisungen folgt, ohne das große Ganze zu sehen. Es gibt keinen Chef. Niemand übernimmt das Kommando und sagt anderen, was zu tun ist. Vielmehr reagieren die vielen Angehörigen der Gruppe so lange aufeinander, bis ein Muster entsteht, mit dessen Hilfe ein Ameisenvolk die nächste Nahrungsquelle entdeckt und ein Makrelenschwarm einem hungrigen Seelöwen entkommt.

Im vierten Kapitel sehen wir uns an, welche Rolle die einzelnen Angehörigen dabei spielen, die Gruppe auf Kurs zu halten. In Vogelschwärmen, Fischeschwärmen oder Rentierherden, die sich aus weitgehend unabhängigen Einzelwesen zusammensetzen, hängt das Überleben davon ab, ob alle einen Ausgleich zwischen den Interessen der Gruppe und denen des Einzelnen herstellen können. Wir Menschen kennen diesen Konflikt nur zu gut: Auf der einen Seite wollen wir zusammenarbeiten und auf der anderen wollen wir einen Vorteil für uns selber haben, auf der einen Seite wollen wir uns in den Dienst der Gemeinschaft stellen und auf der anderen für uns und unsere Familien sorgen.

Natürlich verhält sich nicht jeder Schwarm intelligent. Das Gruppenverhalten kann auch seine Schattenseiten haben. Im fünften Kapitel werden wir sehen, wie sich friedliche Heuschrecken plötzlich in eine zerstörerische Plage verwandeln können. Auch menschliche Instinkte können in der Gruppe plötzlich Amok laufen; um das besser zu verstehen, sehen wir uns eine tödliche Massenpanik unter den Pilgern in Mekka an und fragen, was unternommen wurde, um ein ähnliches Unglück in Zukunft zu vermeiden. Worin unterscheidet sich ein intelligenter Schwarm von einem unintelligenten? Wie kommt es, dass sich eine friedliche Menge plötzlich in einen rasenden Mob verwandelt? Ein intelligenter Schwarm verwendet einfach gesagt seine kollektiven Fähigkeiten, um unter einer Vielzahl von möglichen Lösungen die richtige zu finden, während sich der Mob mit

seiner chaotischen Energie selbst Schaden zufügt. Aus diesem Grund ist es so wichtig zu verstehen, wie der intelligente Schwarm funktioniert und wie sich seine Stärke nutzen lässt.

In einer Zeit, in der unser Leben immer komplizierter wird, empfinden wir unsere Umwelt oft als unsicher, komplex und unberechenbar, wir ertrinken in einer Informationsflut, wir werden mit Feedback bombardiert und müssen zu viele miteinander zusammenhängende Entscheidungen treffen. Wir leben in einer Welt hochkomplexer Zusammenhänge, in der es immer schwieriger wird, unsere Unternehmen zu führen, unsere Gesellschaft zu gestalten oder uns als Familien zu orientieren. Diese Herausforderungen sind schon heute Wirklichkeit, und wir müssen irgendwie mit ihnen umgehen. Wie wir sie am besten meistern, das können uns die Experten verraten – aber nicht die Experten aus dem Kabelfernsehen, sondern die im Gras, in den Bäumen, den Seen und Wäldern.