

COMPUTER

Zehntausend stürzten ab

Seit zwei Jahren bezaubern kleine gelehrige Pelzwesen Computerspieler in aller Welt. Die „Norns“ fressen Honig, spielen mit Bällen und vererben ihre Gene. Nun hat die britische Luftwaffe sie rekrutiert – die Tierchen sollen lernen, Düsenjäger zu fliegen.

U nweit von London züchten Forscher den Kampfflieger der Zukunft. Ihr Ziel: eine perfekte Rasse von Piloten, denen das Leben in der Luft so angeboren und vertraut ist wie den Vögeln. Auftraggeber des Vorhabens ist die britische Armee.

Die Zuchtmethoden sind brutal: Die Wissenschaftler katapultieren ahnungslose Rekruten in den Himmel und sehen zu, wie sie abstürzen. Diejenigen, die sich am längsten in der Luft halten konnten, werden wieder aufgesammelt. Aus ihren Genen zeugen die Forscher im Reagenzglas die nächste Generation.

Wären es Menschen, würde die natürliche Zuchtwahl wohl ein paar hunderttausend Jahre brauchen, bis die ersten Flieger eine halbe Stunde überstehen könnten. Doch die Geheimpiloten kommen aus dem Computer: kleine, zwitschernde Pelzwesen mit Kulleraugen, die nicht sehr kriegerisch anmuten. Sie entstammen auch nicht den Superlabors der Armee, sondern vielmehr einem beliebten Computerspiel namens „Creatures“, das für 40 Mark im Laden zu haben ist.

„Creatures“ bietet eine bunte Bildschirmwelt, in der die Spieler eigensinnige Knirpse, genannt Norns, von Geburt an aufziehen. Die Norns beschäftigen sich gerne mit Bällen, Kofferradios oder Trommeln, und sie naschen gelegentlich von Honigtöpfen oder auch Giftpilzen, wonach sie umfassender Krankenpflege bedürfen.

Nichts von dem, was sie treiben, ist im Programm festgelegt. Sie lernen nach und



Eurofighter-Cockpit: Norns am Steuerknüppel

nach, was ihnen Spaß macht, was essbar ist und was nicht und wie sie sich der grünen Grendels erwehren, die ab und zu über sie herfallen. Wenn sie erwachsen sind, streben sie danach, sich zu paaren; die Nachkommen geraten oft ganz nach den Eltern, weil sie deren Gene erben: „Creatures“ ist die realistische Simulation einer biologischen Lebenswelt für den PC.

Der Programmierer Stephen Grand hat das Spiel für die kleine Firma Cyberlife im britischen Cambridge entwickelt. Ende 1996 kam es auf den Markt. Seither sind über eine halbe Million Exemplare verkauft worden.

Eines davon gelangte in das militärische Forschungsinstitut Dera im nahe gelegenen Bedford. Die Wissenschaftler waren auf der Stelle bezaubert. Figürchen, die

von selber lernten, mit Grendels fertig zu werden, sollten es auch bei der Royal Air Force zu etwas bringen können.

Als erstes dachten die Militärs an eine Verbesserung der Ausbildung ihrer Piloten am Flugsimulator. Bisher kämpften die Flugschüler dort gegen computergesteuerte Gegner, die ihre Manöver stur nach Programm flogen – die waren nach einiger Zeit leicht zu besiegen. Von den gelehrigen Tierchen versprachen sich die Ausbilder Gegner ganz anderen Schlages.

Die Programmierer von Cyberlife machten sich ans Werk. Sie schlossen ihre digitalen Geschöpfe der Reihe nach an den Militärsimulator an, brachten das Flugzeug auf ein paar tausend Fuß Höhe und nahmen die Hände von der Steuerung. Die ersten Versuchsreihen endeten erwart-

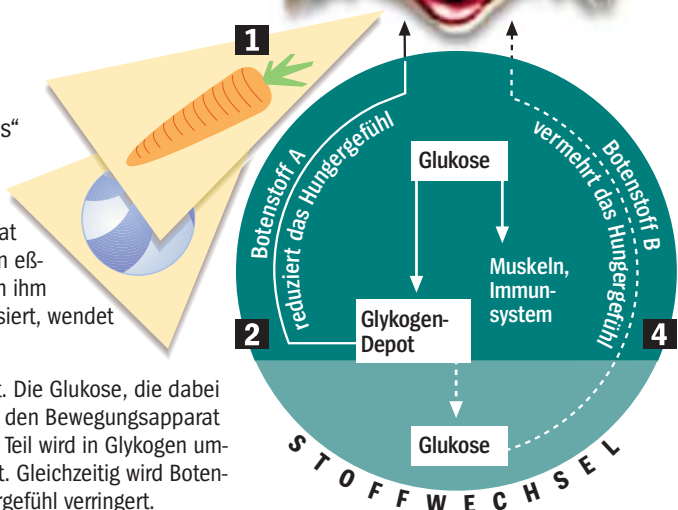


Künstliches Leben

Wie ein Norn aus dem Computerspiel „Creatures“ denkt und verdaut

1 Der Norn sieht eine Möhre und einen Ball. Er hat gelemt, daß Möhren zu den essbaren Dingen zählen. Wenn ihm sein Körper Hunger signalisiert, wendet er sich der Möhre zu.

2 Die Möhre wird verdaut. Die Glukose, die dabei entsteht, liefert Energie für den Bewegungsapparat und die Immunabwehr. Ein Teil wird in Glykogen umgewandelt und gespeichert. Gleichzeitig wird Botenstoff A frei, der das Hungergefühl verringert.



3 Der Norn ist satt. Sein Gehirn ist wieder frei für andere interessante Dinge, die er wahrnimmt. Falls sein Bewegungsdrang hoch ist, wird er nun mit dem Ball spielen – bis die Chemikalie, die den Drang erzeugt, abgebaut ist.

4 Das Spiel verbraucht Energie. Teile des Glykogendepots müssen in Glukose zurückverwandelt werden. Dabei wird Botenstoff B frei, der das Hungergefühl verstärkt.

tungsgemäß mit einem Desaster. Zehntausende der Pelzknuddel zerschellten. Ungerührt nahmen ihre Schöpfer diejenigen, die sich am längsten in der Luft gehalten hatten, und züchteten aus deren Erbgut neue Fliegerstaffeln.

Die Piloten der vierhundertsten Generation fliegen jetzt wie die Teufel. Sie schrauben sich durch die Lüfte, jagen hinter ihren Gegnern her und schütteln die hartnäckigsten Verfolger ab. Nur das Starten und Landen müssen sie noch lernen.

Der Simulator, auf dem sie üben, ist der gleiche, mit dem die britische Armee ihre Piloten auf den Eurofighter vorbereitet. „Realistischer geht es nicht“, sagt Simon Willcox, der bei Cyberlife für die Pilotenaufzucht zuständig ist. Die Norns bekommen die Daten aller Instrumente übermittelt, vom Höhenmesser bis zum Bordradar. Und sie kontrollieren die Schubregler, Störklappen und Ruderpedale, als hätten sie die beste Ausbildung genossen.

Dabei hat ihnen niemand gesagt, was sie zu tun haben. Die Software hat sich durch stete Auslese evolutionär verbessert; die Piloten profitieren vom Erbgut ihrer gefallenen Ahnen. Inzwischen sind sie genetisch so gut an das Leben in der Luft angepaßt, daß sie imstande sind, mit ihren winzigen Hirnen taktische Manöver zu fliegen.

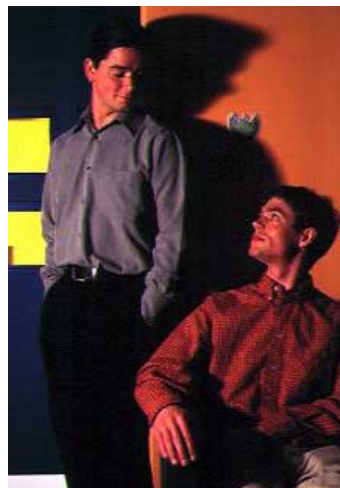
Das Gehirn eines Norns ist ein ziemlich primitives Modell, aber es funktioniert im Prinzip nicht anders als das eines Lebewesens: Es enthält in digitaler Gestalt rund tausend Nervenzellen, die sich zu immer neuen Kombinationen zusammenschalten können. Die einen sind für die Wahrnehmung von Außenreizen zuständig, die an-

deren speichern neue Objekte und vergleichen sie mit bekannten, eine dritte Gruppe berechnet die Lage und entscheidet, was jeweils am besten zu tun ist.

Das künstliche Hirn lernt, indem die Neuronen probeweise neue Verknüpfungen bilden, die später verstärkt werden oder absterben, je nachdem ob der Norn gerade mit einem Sturzflug dem Feind entkommen ist oder nicht, ob er in seiner Spielwelt eine Karotte gegessen hat oder einen Fliegenpilz.

Forscher auf der ganzen Welt arbeiten an ähnlichen Vorhaben. Die einen versuchen, mit neuronal verknüpften Programmen dem Computer zu bescheidener Intelligenz zu verhelfen. Andere tüfteln an selbständigen Software-Agenten, die im Internet auf Schnäppchenjagd gehen, oder an genetischen Programmen, die sich selber verbessern. Niemandem aber ist es eingefallen, alles auf einmal anzupacken. „Die hatten alle ihre speziellen Interessen“, sagt Toby Simpson, Programmierer bei Cyberlife. „Es gab einfach keinen Grund für sie, kleine Geschöpfe zu basteln und sie dann auch noch in einer künstlichen Natur anzusiedeln.“ Auf diese Idee mußte eine Spielefirma kommen.

Die Norns sind regelrechte Organismen. Sie müssen sich Nahrung suchen, wenn sie



Entwickler de Bourcier, Simpson

nicht verhungern wollen, in ihren Körpern walten Hormone, Enzyme und sogar Antikörper gegen Infektionen. Wenn sie aus dem Ei schlüpfen, sind sie zunächst tapsig und hilfsbedürftig. Angeboren ist ihnen nur der Drang, herumzukrabbeln und kleine Dinge zu essen. Daß rote Pilze nicht bekömmlich sind, lernen sie durch Erfahrung oder durch Erziehung – der Spieler gibt ihnen, bevor sie den Pilz verschlingen, einen Klaps mit der Maus.

Wie alle Eltern klagen die Norn-Züchter über

die viele Arbeit, die ihnen die Brut macht. Es gilt, den Kleinen mit der Tastatur die nötigsten Wörter beizubringen, allzeit für Abwechslung zu sorgen und zur Schlafenszeit alles Spielzeug außer Sicht zu räumen, weil die Gnome sonst nicht zur Ruhe kommen. Außerdem sollten sie nicht zu viel Honig vertilgen.

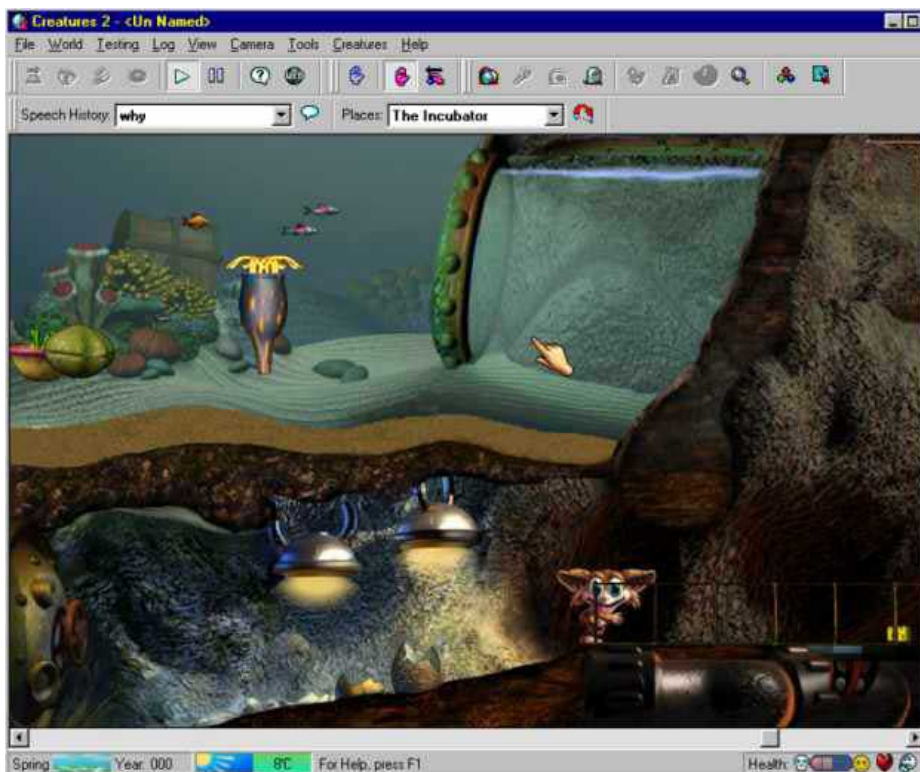
Wenn ein hungriger Norn einen Honigtopf leert, gerät sein gesamter Stoffwechsel in Wallung. Der Organismus verdaut den süßen Seim zu Stärke; ein Teil wird gleich als Glukose vom Bewegungsapparat verbrannt, der Überschuß in Glykogen umgewandelt und gespeichert. Gleichzeitig schütten spezielle Drüsen Botenstoffe aus, die den Hunger reduzieren und die Verbindung zwischen den beteiligten Hirnzellen bestärken: Der Norn merkt sich, was guttut (siehe Grafik Seite 192).

Diese Botenstoffe und andere „Biochemikalien“, 256 an der Zahl, regeln auf ausgeklügelte Weise das Zusammenspiel im Organismus, sie steigern das Wohlbefinden, lösen Furcht aus oder befeuern den Paarungstrieb.

Bis ins Detail folgte Cyberlife dem Prinzip, die Natur möglichst einfach, aber umfassend im Computer nachzubilden. „Die Natur hat uns 3,7 Milliarden Jahre Forschungszeit voraus“, sagt Toby Simpson. „Wir wären dumm, wenn wir versuchten, etwas anderes aus dem Boden zu stampfen, das auch nur annähernd so interessant ist.“

In Wirklichkeit sind die Norns mitsamt ihrer Biochemie nichts als Bestandteile einer Tabellensoftware, in der nach komplizierten Regeln Zahlenwerte kalkuliert werden. Ihre Entwickler könnten wohl so manche der 250 000 Befehlszeilen, aus denen die Software besteht, auswendig aufsagen.

Aber weil jedes Wesen als selbständige Einheit programmiert ist, die in Wechselwirkung mit ihrer Umwelt steht, läßt sich nie vorhersagen, wie es sich entwickeln wird. „Als ich zum ersten Mal zwei meiner Norns erwischte, wie sie einander einen Ball zuwarfen, fiel ich fast vom Stuhl“, er-



Computerspiel „Creatures 2“: Ökosystem mit keimenden Pflanzen und atmenden Tieren

zählt Stephen Grand, der Erfinder des Spiels. Das stand nicht im Programm. Die Tierchen hatten zufällig eine Methode entdeckt, ihren Bewegungsdrang abzubauen, ohne daß sie den Ball, der oft davonhopte, jedesmal wieder holen mußten.

„Nennen Sie es ein Spiel, wenn Sie wollen, aber das ist das eindrucksvollste Beispiel von künstlichem Leben, das ich je gesehen habe“, sagt der Oxforder Zoologe und Bestsellerautor Richard Dawkins („Das egoistische Gen“).

Die Gene der Norns bestehen aus langen Zeichenketten, unterteilt in 320 Abschnitte, die ihre ererbten Eigenschaften speichern. Wenn sie Nachkommen zeugen, gehen in das neue Chromosom je zur Hälfte zufällige Sequenzen aus väterlichem und mütterlichem Erbgut ein – Mutationen nicht ausgeschlossen.

Anfangs, in der Laborphase, wurde die Population der Norns oft von Erbfehlern geplagt. Viele Wesen kamen tot zur Welt oder starben bald. Einige litten an angeborenem Schüttelfrost. Manche waren blind, anderen fehlte ein Bein oder ein Arm. Da gingen ihre Schöpfer stillschweigend hin und bauten Sicherungen ein gegen die schwersten Mutationen. Behinderete Norns seien nun einmal „nicht so un-

terhaltsam für die Spieler“, sagt Programmierer Peter de Bourcier.

Auch sonst hat der biologische Realismus Grenzen. Die Norns scheiden nichts aus, und die Kopulation ist nur ein langer Kuß mit einem Plopp am Ende. „Sonst dürften wir das Spiel in den USA nur an Erwachsene verkaufen.“

In wenigen Wochen werden die Norns gegen Kampfflieger der Royal Air Force antreten

Die Spieler lieben ihre Norns auch so. Sie diskutieren unentwegt über Fragen der Brutpflege, und im Internet unterhalten sie eine globale Kleintierzüchterbörse; dort können die gelungensten Exemplare heruntergeladen werden. So bleibt nebenbei die Population der Norns (geschätzte drei Millionen weltweit) vor Inzucht bewahrt.

Die Firma Cyberlife arbeitet unterdessen an der nächsten Version des Spiels, die mit einer noch komplexeren Biologie aufwartet. In „Creatures 2“, vom Herbst an im Handel, sind die Norns mit Organen und einem Blutkreislauf versehen; sie werden zu atmen beginnen, sobald sie schlüpfen.

Danach müssen sie unter stetig sich ändernden Bedingungen überleben: Neue Krankheitserreger setzen ihnen zu, weil auch die Bakterien im Lauf der Evolution mutieren. Und wenn das Wetter lange schlecht ist, wird die Nahrung knapp. Denn

die neue Welt der Norns ist ein abgeschlossenes Ökosystem, das sich selber reguliert. Wo der Boden gut ist, wachsen Pflanzen heran, die sich mittels Photosynthese ernähren. Bienen summen umher und bestäuben die Blüten, während sie nach Nektar suchen. Der Wind treibt Samen aller Art durch die Lüfte.

In solchen Welten, so hofft Cyberlife, könnten die nächsten Formen rudimentärer Intelligenz gedeihen. Was die Pelzwesen lernen, käme dann auch ihren kriegerischen Geschwistern zugute, den Jetpiloten, die jetzt noch durch die unbewegte Kunstwelt des Flugsimulators brausen.

Anfangs hatte deren Evolution wunderliche Wege eingeschlagen. Die ersten Bruchpiloten, die sich länger in der Luft halten konnten, ließen ihre Maschinen um die Längsachse rotieren wie gedrillte Projektilen. Simon Willcox, Leiter des Pilotenprojekts, fürchtete zunächst um ihr bißchen Verstand. Dann wurde ihm klar, daß die digitale Natur nur ein altes Mittel wiederentdeckt hatte, die Flugbahn zu stabilisieren; eines, das in der Ballistik längst bekannt ist.

Heute ist die Flugtechnik der Piloten schon so ausgefeilt, daß ihre Baumeister kaum mehr wissen, wo in der Software sich die neuen Fertigkeiten niedergeschlagen haben. Wenn sie es herausfinden wol-

len, müssen sie in den digitalen Gehirnen herumstochern, so wie früher rabiate Chirurgen mit dem Skalpell nach dem Sitz des Sprachvermögens oder der Mordlust suchten. „Wir ändern hier ein Bit und nehmen dort eines raus und beobachten, was dann passiert“, sagt Projektleiter Willcox.

In wenigen Wochen sollen die Tierchen erstmals gegen die Flugschüler der britischen Luftwaffe antreten. Wenn sie sich bewähren, steht ihrem weiteren Aufstieg nichts im Weg.

„Wir hoffen, daß sie eines Tages auch echte Flugzeuge steuern“, sagt Simon Hancock, Computerspezialist bei der Dera. „Das hätte viele Vorteile. Das Cockpit wäre nicht mehr nötig, wir könnten kleinere Maschinen bauen, vor allem wendigere. Die künstlichen Piloten halten ja jede Beschleunigung aus.“

Inzwischen hat die Firma Cyberlife erkannt, daß ihre Biotechnik auch für ganz andere Einsätze in Frage käme. Sie nennt die Norns nun „adaptive Kontrollsysteme“, und eine eigene Abteilung sucht nach neuen Berufen, in denen die Kleinen, außer als Piloten, Erfolg haben könnten. Bei der US-Firma NCR tun Norns seit ei-



Norns beim Spielen: „Ich fiel fast vom Stuhl“

nigen Monaten als Bankkunden Dienst. NCR rüstet Banken mit Geldautomaten und anderer Computertechnik aus. Nun will die Firma herausfinden, wie man die Geräte am günstigsten über die Schalterhallen verteilt, damit sich die Kunden rasch hindurchschleusen lassen.

NCR kaufte zu diesem Zweck eine besondere Gattung von Norns, die Cyberlife mit den einfachen Bedürfnissen eines Bankkunden versehen hatte: Geld einzahlen oder abheben, Beratung suchen, Kontostand abfragen. Ein jedes Wesen hat sein

eigenes Temperament, ihrer aller Geduld ist jedoch begrenzt.

Zuvor hatten die Forscher von NCR eine Reihe wirklicher Kunden gefilmt: von dem gemütlichen Publikum in der Kleinstadt, das kein Schwätzchen ausläßt, bis hin zu den emsigen Geschäftsleuten in einer Cityfiliale. Nun züchten sie für jeden Typus ein paar Norns, die ein ähnliches Verhalten zeigen. Und schon haben sie künstliche Kunden, die sie in endlosen Testserien drangsaliieren können.

Die Forscher müssen sie nur in digitale Modelle von Schalterhallen schicken und können dann sehen, wie sie sich zurechtfinden, wo sich Schlangen bilden und wie lange es dauert, bis die Hormone der Ungeduld die kleinen Hirne überschwemmen.

Solche Geschöpfe könnten bald ebensogut bei der Einrichtung von Supermärkten eingesetzt werden, findet die Firma Cyberlife. Oder bei der Planung von Fußballstadien, bei der sich das Verhalten von Zuschauermassen nur schwer vorhersagen läßt. Ob die Ausgänge optimal verteilt sind, sehen die Planer erst, wenn wirklich eine Panik ausbricht.

„Ein digitales Modell des Stadions könnte viel Schaden verhüten“, sagt Dharmesh Raithatha, ein Mitarbeiter von Cyberlife. Wie das geht? Ganz einfach. „Man muß nur ein paar tausend Norns hineinsetzen und dann Feuer legen.“ ◆