

# **Der Schwarm**

## **- Ein Interface zur Technikvermittlung bei Kindern und Jugendlichen -**

Andreas Wiegand, Merten Schüler, Gerald Volkmann

Technologie-Zentrum Informatik  
Arbeitsgruppe DiMeB - Digitale Medien in der Bildung  
Universität Bremen, Bibliothekstrasse 1, 28359 Bremen  
awiegand@uni-bremen.de merten@gmx.de volkmann@tzi.de

**Abstract:** Die Installation 'Der Schwarm' ermöglicht eine einfache und direkte Interaktion mit virtuellen Wesen. Auf diese Weise will das Projekt einen konkreten und gleichzeitig visionären Raum öffnen, der neue Zugänge und Schnittstellen der Mensch-Maschine-Interaktion zeigt, erfahrbar macht und zur Auseinandersetzung anregt. Ein Phasenmodell der Aneignung wird entwickelt und die notwendige Einbettung in ein didaktisches Konzept erörtert.

### **1. Vorbemerkung**

'Der Schwarm' ist eine Installation, die ihren Ursprung im Bachelorprojekt "Movements - Bewegungen, die neugierig machen" hat, das unter Leitung von Prof. Dr. Heidi Schelhowe im Rahmen des hochschulübergreifenden Studiengangs „Digitalen Medien“ an der Universität Bremen durchgeführt wurde. Beteiligt am Projekt waren Andreas Wiegand, Merten Schüler, Zaiga Linkevica und Michael Rieken (Institut Syn).

### **2. Pädagogische Intention**

Mit der Installation 'Der Schwarm' wollen wir über das klassische Benutzerinterface (Maus, Tastatur und Monitor) hinausgehen und eine direkte und unmittelbare Manipulation ermöglichen. Die Lernende<sup>1</sup> begibt sich in eine direkte Interaktion mit virtuellen Wesen, die ihrem Verhalten entsprechend reagieren. Sie kann in Echtzeit die Auswirkungen ihres Verhaltens beobachten und nach und nach Erklärungsmodelle entwickeln. Dabei ist sie in ihren Aktionen völlig frei, ein erwartetes Schwarmverhalten zu überprüfen.

Spielerische Herangehensweise und kindlicher Bewegungsdrang sind für die Auseinandersetzung mit dem Schwarm förderlich.

---

<sup>1</sup> Um den Text lesbar zu halten, verwenden wir im Folgenden die weibliche Form ("die Akteurin"). Damit ist keine geschlechtsspezifische Einschränkung oder Priorisierung verbunden.

Die Installation 'Der Schwarm' soll Neugier auf technische Prozesse wecken, Kinder und Jugendliche anregen, explorativ die technische Funktionsweise zu erfassen und sich auf abstrakterer Ebene mit den dahinter liegenden informationstechnischen Prozessen zu befassen. Die Idee ist, Algorithmen körperlich erfahrbar zu machen. In [WH05, S.2] und [Br03, S.3] wird die Bedeutung eines dualen Zugangs – distanziert-abstrakt und körperlich-einlassend-emotional – heraus gestellt. Wir gehen von einem Modell der Aneignung aus, das im Wesentlichen in drei aufeinander folgenden Phasen stattfindet:

Phase 1 - Orientierung: Die Akteurin erkennt, dass das Verhalten des Schwarms durch ihre Bewegungen beeinflusst werden kann. Sie testet aus, wie der Schwarm auf ihre Bewegungen reagiert. (Welche Aktion veranlasst den Schwarm zu welcher Reaktion?) Die Akteurin lernt dabei den Schwarm kennen, sie stellt Vergleiche mit ihr bekannten Schwarm- bzw. Herdentieren an und korrigiert dabei ständig ihr Bild vom Schwarm.

Phase 2 - Lust am Bewirken: Die Akteurin will die Grenzen kennen lernen, will wissen, wie der Schwarm in „Stress-Situationen“ reagiert, ob er durch die gespreizten Beine „entwischen“ kann. In dieser Phase ist noch nicht von einer technologischen Neugier auszugehen. Das „Ego“ der Akteurin steht hier im Vordergrund, sie testet ihre „Macht“.

Phase 3 - Entdecken: Bei weiterer Erkundung wird ein Interesse, das als „technologische“ Neugier (siehe [Dr05]) beschrieben werden kann, geweckt: Das assoziative Bild wird abgelöst durch einen abstrakteren Blick auf die Dinge: der richtige Zeitpunkt, um nach und nach einen Einstieg in die dahinter stehenden informatischen Verfahren zu bieten, durch Visualisierung der Verarbeitungsprozesse, später der Algorithmen. Dies kann unterstützt werden, indem die Akteurin das Schwarmverhalten durch Veränderung von Parametern modifiziert und die Auswirkungen beobachtet.

Die Installation sollte in einen didaktischen Kontext eingebettet werden. Da die Installation einen hohen Grad an Immersion bietet, sollten unterschiedliche Phasen – „diving in“, und „stepping out“ [Ac04] – alternierend eingesetzt werden: Hypothesenbildung – Überprüfung der Hypothese(n) durch Interaktion mit dem Schwarm – Reflektion und erneute Hypothesenbildung und Entwicklung neuer Fragestellungen. Dabei sind die Einsatzmöglichkeiten und pädagogisch-didaktischen Interventionen (z.B. Inputs durch Tutor) vielfältig.

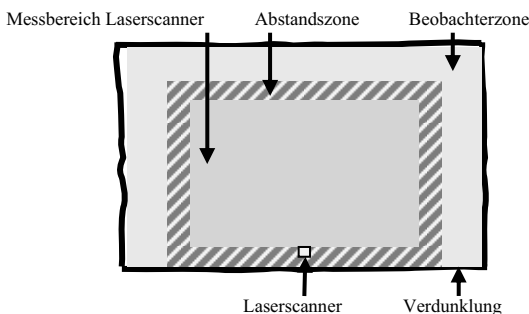


Abbildung 1: Der Installationsaufbau bei der Kinder-Universität 2005.

### 3. Die Installation

#### 3.1. Technische Basis:

Für die Installation sind eine möglichst gering strukturierte ebene Fläche in einem verdunkelbaren Raum mit großer Deckenhöhe und Projektionsmöglichkeit (z.B. Brüstung, Befestigungssystem unter der Decke) erforderlich.

An Hardware wird verwendet:

- lichtstarker Beamer mit WideAngle-Optik , ggf. Plattform mit Umlenkspiegel,
- Windows-PC/Notebook, Bluetooth-fähig,
- Laserscanner - ggf. USB-2-Serial-Adapter mit Treiber,
- Datenhandschuh mit Beschleunigungssensor und Akkupack, Ladestation.

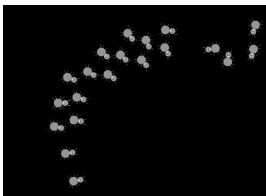
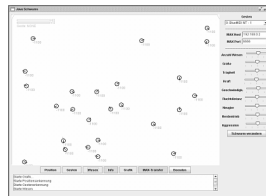


Abbildung 2:  
Grafikbildschirm (Projektion)



Kontrollbildschirm mit Konfigurator

Im Rahmen der ersten Schwarm-Projekte kamen unterschiedliche Versionen der Schwarm-Software zum Einsatz. Ein erster Prototyp in C++ wurde durch eine Kombination eines Java-Programmkerns mit einer in Max/MSP entwickelten Darstellungskomponente ersetzt. Die Darstellungskomponente wurde später nach JAVA portiert.

Die Verhaltens-Berechnung der Schwarm-Wesen erfolgt auf Basis des von Craig Reynolds beschriebenen Bewegungsalgorithmus für autonome Charaktere [Re07]. Das physikalische Modell eines Wesens geht von einer punktuellen Masse mit einer definierten Trägheit sowie zwei Vektoren aus (Aktuelle Bewegungsrichtung/Geschwindigkeit, gewünschte Bewegungsrichtung/Geschwindigkeit). Für die einzelnen „Aktionszustände“ der Wesen wurden geeignete Kombinationen des Einzelverhaltens definiert und in Kombination mit Abfragen des allgemeinen Zustands (z.B. Abstand des Wesens vom Spieler) implementiert. Jedes Wesen wird hierbei weitgehend unabhängig von der Umwelt berechnet. Die einzelnen Wesen verfügen allerdings über eine gewisse Wahrnehmung, beispielsweise können sie die Bewegungsvektoren der sie umgebenden Wesen erkennen.

Die verschiedenen Zustände des Schwarms werden über einen einfachen Zustandsautomaten gewechselt. Zu diesem Zweck führt jedes Wesen einen „Aggressivitäts-Parameter“, der von den Aktionen des Spielers erhöht bzw. gesenkt werden kann. Begrenzungen des Wertebereichs sowie ein automatisch einsetzendes „Abkühlen“ des Schwarms verhindern Überreaktionen der Wesen.

### **3.2. Verhaltensmodifikation und Gestaltung**

Durch die Trennung von Grundverhalten, Gestalt und situationsbezogenem Verhalten („Zustand“) können an unterschiedlichen Stellen Parameter verändert werden. Neben der Definition von Größe und Anzahl der Wesen sind die wichtigsten Parameter „Neugier“, „Herdentrieb“ und „Fluchtdistanz“; eine Verfeinerung der Bewegungen wird durch die Parameter „Trägheit“, „Kraft“, „Geschwindigkeit“ und „Aggressivität“ erreicht. Die Veränderung der Parameter hilft, den Schwarm attraktiv zu halten, ein Differenzierungsvermögen zu stärken und dabei eigene Erklärungsmodelle zu hinterfragen und zu überprüfen. Außerdem hat die Verhaltensmodifikation zum Ziel, die gegenseitige Beeinflussung der Parameterwerte zu verstehen. Die Akteurinnen können die Parameter am Konfigurator selbst verändern und zusammen mit den vom Datenhandschuh interpretierbaren Gesten/Bewegungen (Locken, Verscheuchen, auf Abstand halten) die Auswirkungen auf den Schwarm erleben, vgl.[Sc07, S.7]. Welche Werte die „richtigen“ für den „gewünschten“ Schwarm sind, sollte bei laufender Installation entschieden werden, um die Wirkung von Körperbewegungen und Gesten mit einzubeziehen. Die praktische Anwendung hat gezeigt, dass bereits geringfügige Änderungen verschiedener Parameter das Verhalten des Schwarms extrem verändern können. Dies kommt dem kindlichen Spieltrieb leider nicht entgegen, weil das Schwarmverhalten bei extremen Parameterwerten durch das Ineinandergreifen regelrecht „entstellt“ werden kann.

Die Wesen des Schwarms sind bewusst einfach gehaltene Grafiken, die sich bei ähnlicher Grundform in Farbe und Eigenschaften unterscheiden. Dadurch kann die Akteurin die Veränderung der Verhaltensmuster des Schwarms besonders deutlich erkennen. Als ersten Prototyp haben wir eine Käfer-Familie visualisiert, die sich in Farbe, Mimik, Körperform und Extremitäten unterscheiden.

## **4. Erfahrungen**

Der Schwarm wurde bisher bei der Kinderuniversität an der Universität Bremen, im Rahmen des RoboCup 2006, und beim Mensch-Maschine-Tag in Delmenhorst eingesetzt, jeweils mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen und pädagogischen Intentionen. Dabei wurde die Hypothese der Aneignung in Phasen bestätigt. Die Phasen bauen aufeinander auf und erfordern entsprechenden Zeitbedarf. Die Kinder wurden dabei motiviert, Fragestellungen zu formulieren und diese aus dem eigenen Erleben heraus zu beantworten, ihre Einsichten mit denen anderer Kinder auszutauschen und daraus ein möglichst abstraktes Modell der Funktionsweise des Schwarms zu entwickeln. In Interviews wurden die Kinder anschließend über ihre Erfahrungen mit dem Schwarm befragt, um Anregungen zu erhalten, wie der Schwarm verbessert werden kann. Der bisherige Einsatz hat gezeigt, dass ein Tutoring erforderlich ist, um vom Stadium der „netten“ Animation zu abstrakteren Einsichten zu gelangen [Co98]. Das Setting bei der Installation im Rahmen der Kinderuniversität bestand darin, den Kindern die Rolle der Wissenschaftlerin zuzuweisen. Sie sollten Beobachtungen von Schlussfolgerungen trennen, Regeln erkennen, eine Hypothese aufstellen und diese durch Beobachtung überprüfen.

Unsere Feststellung war: Das körperliche Erfahren der Installation (bspw. Projektion auf die eigene Hand, Sich-auf-den-Boden-Legen), ergänzt durch „Anschubfragen“, ist förderlich für den Lernprozess. Durch weitere Manipulationsmöglichkeiten (Konfigurator, Datenhandschuh) konnten die Akteure, aber auch die Beobachter die Regel besser verstehen bzw. ein aktuelles Erklärungsmodell überprüfen.

Seit Ende 2006 ist der Schwarm im Foyer des Technologie-Zentrums Informatik (TZI) der Universität Bremen fest installiert.

## 5. Weiterentwicklung

Die aktuelle Implementierung birgt noch Optimierungspotentiale, z.B. durch Nutzung erweiterter KI-Algorithmen, um einen dauerhaft lernenden und ggf. auch Bewegungsmuster speichernden Schwarm zu erreichen. 'Der Schwarm' könnte dann wiederkehrende Verhaltensmuster registrieren, Charaktere erkennen und deren Aktionen antizipieren. Für die Nutzung mit Kindern ist jedoch gerade dieser minimalistische Ansatz reizvoll; eine zu komplexe Struktur wäre für sie sicherlich nicht mehr zu verstehen und verstärkt so das Bild der „Black Box“ Computer. Als weitere Ergänzungen der Software sind z.B. die Integration von Audio (Mikrofon als Geräusch-Sensor, Ausgabe von Aufnahmen, Summen oder Ton-Samples je nach Zustand des Schwarms) denkbar, ebenso die Erfassung weiterer Gesten oder Mimik z.B. mittels körpernaher Sensorik, Eye Tracking und/oder den Einsatz sensitiver Materialien („Smart Materials“).

## 6. Literaturverzeichnis

- [Ac04] Ackermann, E. K.: Constructing knowledge and transforming the world. In (Tokoro, M.; Steels, L. Hrsg): A learning zone of one's own: Sharing representations and flowing collaborative learning environments. IOS Press, Amsterdam, 2004; S. 15-37.
- [Br03] Bruns, Wilhelm: Lernen in Mixed Reality. In: (ABFW Hrsg.): Kompetenzentwicklung. Waxmann, Berlin, 2003; S. 71-112.
- [Co98] Cottmann, Kathrin: Wie verstehen Kinder Maschinen und Computer? Eine empirische Studie mit Konsequenzen für Pädagogik und Softwareentwicklung. KoPäd, München, 1998.
- [Dr05] Draude, Claude: „Everybody has an innergeek“. Merz - Zeitschrift für Medienpädagogik, 2005.
- [Re07] Reynolds, Craig: Steering Behaviors For Autonomous Characters - Background and Update, <http://www.red3d.com/cwr/steer/> (28.04.2007).
- [Sc07] Schelhowe, Heidi: Das Digitale Medium, die Macht der konkreten Bilder und der Zugang zu den abstrakten Modellen als Bildungsaufgabe. In (Fromme, Johannes; Schäffer, Burkhard Hrsg.): Medien - Macht - Gesellschaft. VS Verlag, Wiesbaden, 2007; S. 137-154.
- [WH05] Winkler, Thomas, Herczeg, Michael: Pervasive Computing in der Schule. In (Stary, Christian Hrsg.): Mensch & Computer 2005: Kunst und Wissenschaft – Grenzüberschreitungen der interaktiven ART. Oldenbourg Verlag, München, 2005; S. 253-255.