

# Unterstützende Darstellung für Computer Spiele

Nick Halper

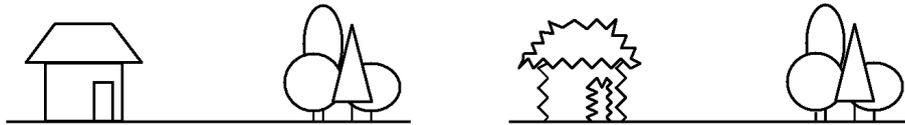
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg  
nick@isg.cs.uni-magdeburg.de

**Abstract:** Bisher konzentrierten sich die meisten Arbeiten im Bereich der Computergraphik auf Algorithmen zum Erstellen von Bildern, die im Hinblick auf gewisse Kriterien 'gut aussehen.' Im Gegensatz dazu beurteilt ein allgemeinerer Ansatz Bilder dahingehend, wie effektiv sie bestimmte Informationen übermitteln. Darüber hinaus wird die Darstellung so optimiert, dass das *Betrachtungserlebnis* sowohl verbessert als auch beeinflusst werden kann. Dazu führen wir das Konzept der 'unterstützenden Darstellung' ein, wobei die Planung der graphischen Darstellung darauf abzielt, das individuelle Betrachtungserlebnis zu optimieren. Um dies zu erreichen präsentieren wir empirische psychologische Hinweise, die nahelegen, dass graphische Darstellungen Benutzer-Entscheidungen auf neuartige Weise beeinflussen können. Des Weiteren zeigen wir, dass unterstützende Darstellungen es Designern erlauben, sich auf die illustrative Aufgabe zu konzentrieren, indem sie *Illustrations-Effekte* auf visuelle Weise spezifizieren, ohne genaue Kenntnisse über die Einzelheiten der Umsetzungsprozesse zu benötigen. Außerdem entwickeln und verbessern wir Algorithmen innerhalb eines Systemmodells, so dass dieses viele Möglichkeiten zum Erzeugen visueller Effekte unterstützt. Somit ist die Beteiligung von verschiedenen Fachrichtungen innerhalb der Informatik, der Kunst und der Psychologie notwendig, um die 'unterstützende Darstellung' auf eine solide theoretische und praktische Basis zu stellen, so dass dies neue Möglichkeiten und Herausforderungen für die zukünftige Ausrichtung und Forschung eröffnet.

## 1 Einführung

Das immer weiter wachsende Gebiet der Computergraphik hat in den letzten Jahren die Geschwindigkeit der Generierung und die realistische Darstellung der erzeugten Bilder bedeutend verbessert. Auf der anderen Seite hinkt leider das Verständnis hinterher, wie und warum diese Technologien anzuwenden sind. Viele graphische Anwendungen wie beispielsweise Computerspiele trennen heutzutage die Entwicklung und Umsetzung von computergraphischen Darstellungsstilen vom dem aktuell gewünschten Ziel, das ein Spieler durch die Benutzung von und die Interaktion mit der Anwendung erleben soll. Diese Trennung bildet den Ursprung eines neuen Konzeptes - der 'unterstützenden Darstellung': *eine graphische Darstellung, maßgeschneidert um das individuelle Betrachtungserlebnis zu verbessern, indem sie die Absicht des Designers durch eine beeinflussende Darstellung der Umgebung unterstützt.*

Die Forschungsziele beinhalten die Untersuchung des Einflusses von Graphiken auf den Betrachter, und es Designern zu ermöglichen, sich auf ihr illustratives Ziel zu konzentrieren, ohne sich um die Details der Umsetzung kümmern zu müssen. Dazu müssen Algo-



- (a) "Klicken Sie den sichersten Ort an": Mit Hilfe unterschiedlicher Darstellungsstile wird gesteuert, wie ein Betrachter Sicherheit bewertet. Für die Abbildung auf dem links, über 95% der Probanden wählen das Haus. In gegenteil, für das rechte Abbildung über 95% wählen die Baume.



- (b) Gesteuerte Auswahl: Betrachter tendieren dazu, vorzugsweise flächig dargestellte Objekte mit stark ausgeprägten Silhouetten auszuwählen.



- (c) "Wählen Sie ein Weg zu weiteren Erkundung": Betrachter tendieren dazu, den ausführlicheren Weg zu wählen.

**Abbildung 1:** Einige Experimente für Unterstützende Darstellung

rithmen entwickelt werden, die visuelle Spezifikationen und Effekte unterstützen und die zur Umsetzung der *unterstützenden Darstellung* benutzt werden können. Obwohl sich die Dissertation auf Computerspiele konzentriert, da diese klar ersichtliche Ziele beinhalten, ist die Umsetzung dieser Ergebnisse auch äußerst relevant für alle anderen Gebiete der Darstellung und interaktiver Graphiken.

## 2 Experimentaler Beweis der Unterstützenden Darstellung

Zunächst ist es wichtig, den Einfluss von Graphiken auf den Betrachter zu verstehen, um eine Darstellungsart so maßschneidern zu können, dass der Benutzer in seinem interaktiven Erlebnis beeinflusst wird. Während die meisten visuellen psychologischen Forschungen sich auf Wahrnehmung konzentrieren, führten wir erstmalig Untersuchungen durch, um die Abhängigkeit von interaktiven Entscheidungen eines Betrachters von verschiedenen ihm präsentierten Darstellungsarten zu ermitteln. Dazu haben wir je 12 Experimente mit insgesamt 156 Probanden mit 27 verschiedenen Nationalitäten durchgeführt, in denen wir die Reaktionen der Probanden auf die ihnen präsentierten Bilder bewerteten. Die Bilder visualisierten dabei unterschiedliche Intensitäten von Gefahr, Charakterstärke und Interaktionsmöglichkeiten in Bezug auf Navigation, Erkundung und Objektverfügbarkeit (siehe Abbildung 1).

Die Ergebnisse weisen eindeutig darauf hin, dass sich nicht-photorealistische Darstellungen (NPR) besonders gut dazu eignen, Visualisierungseffekte zu erzeugen, die auf mögliche und geeignete Reaktionen hinweisen (siehe Abbildungen 2 und 3). Darüber hinaus benötigten Probanden, die sich wie erwartet verhielten, eine wesentlich kürzere Reaktionszeit als die Minderheit der Betrachter, die eine nicht den Erwartungen entsprechende Reaktion zeigte. Dies lässt darauf schließen, dass wir durch die Darstellungen ein unterbewusstes Verhaltensmuster angesprochen haben, wobei sich der Betrachter des Grundes für seine Entscheidung nicht bewusst war. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass nicht-photorealistische Darstellungen ein großes, bisher nicht erforschtes Potential als Kommunikationsmittel haben. Somit dienen die geschilderten Experimente als Basis für weitergehende Forschung im Bereich der Computergraphik aber auch anderer, verwandter und besonders interdisziplinärer Fachgebiete [HMH<sup>+</sup>03a, HMH<sup>+</sup>03b, LHM<sup>+</sup>03]. Für ein weiterreichendes Verständnis und für die Anwendung dieser Effekte bedarf es allerdings eines formalen kognitiven Modells. Einen ersten Ansatz dazu stellt eine Untersuchung dar, in der unsere Ergebnisse im Kontext des kognitiven Modells der "Interactive Cognitive Subsystems" betrachtet wurden [DBHM].

## 3 Unterstützende Darstellungshilfsmittel

Das Konzept der unterstützenden Darstellung bedarf spezifischer, maßgeschneiderter und speziell angepasster Präsentationen, um den gewünschten Einfluss auf den Nutzer zu erzielen. Wir benötigen daher Hilfsmittel, um beides zu verwirklichen - die gewünschte Darstellung und die dies ermöglichenden. Da unterstützende Darstellungen am besten von einem kreativen Geist entwickelt werden, sollten die Hilfsmittel darüber hinaus von technischen Einschränkungen abstrahieren. Wir konzentrieren dabei uns auf zwei Darstellungsstrate-

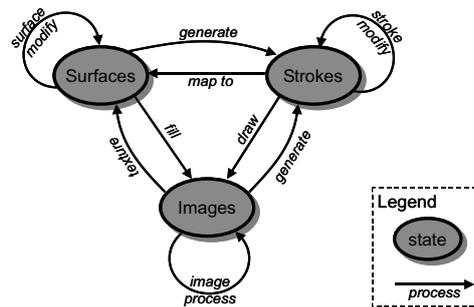


Abbildung 2: Konzeptuelles Modell für Algorithmen zur Generierung nicht-photorealistischer Bilder

gien: nicht-photorealistische Bilderzeugung (NPR), die die Erscheinungsform charakterisiert, und eine fortgeschrittene Kamerasteuerung, die den darzustellenden Teil der Welt spezifiziert.

### 3.1 Nicht-Photorealistische Werkzeuge zur Bilderzeugung

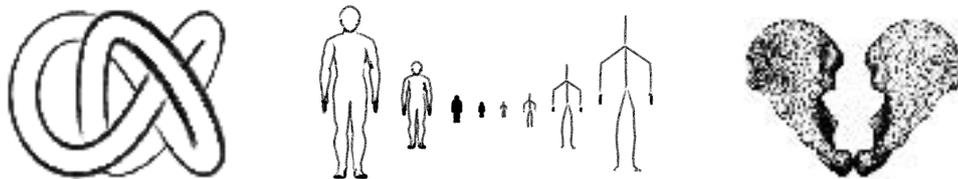
Um die benötigte Auswahl und Kombinationen von Präsentationsstilen erzeugen zu können, wird ein komplexes System zur Bilderzeugung benötigt. Obwohl nicht-photorealistische Darstellungsstile schon seit mehr als 15 Jahren erforscht werden [SS02], gab es bis vor kurzem keinen funktionierenden Prototypen eines entsprechenden Systems zur Erzeugung einer großen Menge solcher Stile. Dies ist auch aufgrund der Vielfalt nicht-photorealistischer Darstellungen und der Mechanismen zu ihrer Parametrisierung eine schwierige Aufgabe.

Dies führte zu einem konzeptuellen Entwurf einer entsprechenden Struktur von NPR-Modulen (siehe Abbildung 2). Dessen Schönheit liegt in seiner Einfachheit, weil das Modell auf Benutzer verschiedener Erfahrungsebenen angewandt werden kann. Entwickler mit technischer Erfahrung arbeiten auf der sehr technischen Ebene mit den Elementen und Modulen der Klassen (Bilder, Oberflächen und Linienzüge). Programmierer hingegen kombinieren Elemente und Module in der gewünschten Abfolge, um so Funktionsgruppen zu erstellen, die Effekte erzeugen. Designer schließlich arbeiten mit diesen Funktionsgruppen und generieren so Ergebnisbilder.

Unser System, OpenNPAR [HIR<sup>+</sup>03], baut auf diesem Modell auf und erweitert so die Bilderzeugungsmöglichkeiten und Interaktionstechniken, die von OpenInventor angeboten werden [SC92], einem System zu Erzeugung traditioneller Computergraphiken. OpenNPAR unterstützt eine breite Auswahl von Techniken von sehr expressiven wie Silhouetten-Generierung [IFH<sup>+</sup>03] bis zu algorithmisch effizienten, die Interaktion ermöglicht (siehe z.B. [IHS02]). Diese Breite von unterstützten Algorithmen und Mechanismen zur Kombination von Effekten in OpenNPAR ermöglicht es, eine große Auswahl von Darstellungen zu erzeugen (siehe Abbildungen 3 bis 6).



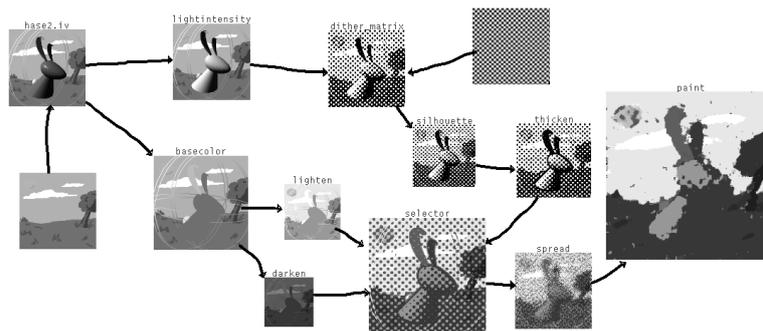
**Abbildung 3:** OpenNPAR Anwendungen. *Dreidimensionale Malanwendung* (links), *illustrative Schatten* (Mitte), in der die erzeugten Schatten den aktuellen Kontext zur Interaktion geben; und *Echtzeit-NPR* (rechts), bei der verschiedene Darstellungstechniken in ein Computerspiel integriert wurden.



**Abbildung 4:** OpenNPAR Algorithmen. Links: Silhouette wird in Echtzeit mit einer Ölfarben-Textur dargestellt, wobei die Entfernung vom Betrachter durch verschiedene Linienstärken angedeutet wurde. Mitte: Vergleich von Silhouettenstil mit der Darstellung durch innere Skelette bei verschiedenen Größen. Rechts: Vergleich von Silhouettenstil mit der Darstellung durch innere Skelette bei verschiedenen Größen.



**Abbildung 5:** Künstlerische Animation mit neun unterschiedlichen Bildmanipulationen verändert.



**Abbildung 6:** Komplexer Effekte erstellt durch die interaktive Verknüpfung von Funktionsgruppen

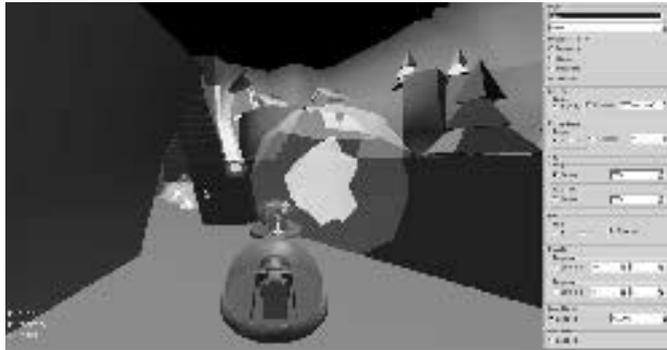
OpenNPAR enthält auch eine innovative Benutzerschnittstelle, die es Designern ermöglicht, Beziehungen zwischen unterschiedlichen Funktionsgruppen zu skizzieren. So können Eingabebilder geeignet modifiziert und angereichert sowie die Ergebnisse interaktiv betrachtet und verändert werden [HSS02]. Das Ergebnis stellt eine Kombination eines Skizzenbuch-Formats mit der Anwendung eines Datenfluss-Ansatzes auf Graphikgenerierung dar. Die größte technische Errungenschaft ist dabei die durch den Ansatz ermöglichte Abstraktion - die Schnittstelle wandelt die verschiedenen benötigten Eingabe- und Ausgabeformate automatisch ineinander um. Wenn beispielsweise ein Designer Funktionsgruppen in der Reihenfolge A-B-C-D anwendet, kann das System automatisch diese Sequenz in eine andere umwandeln, die den technischen Einschränkungen der jeweiligen Funktionsgruppen in Bezug auf deren Abfolge entspricht (beispielsweise D-B-A-C). Dies ermöglicht es dem Designer also, sich auf den kreativen Prozess zu konzentrieren und die von ihm gewünschten Ergebnisse zu erzielen, ohne auf technische Einschränkungen Rücksicht nehmen zu müssen.

### 3.2 Fortgeschrittene Kamerasteuerung

Das Ziel dieses Aspektes ist es, ein praktisches System zu entwickeln, das die optimale Benutzung der Kamera gewährleistet, um so das Betrachtererlebnis zu intensivieren und zu verbessern. Überraschenderweise gibt es trotz der Wichtigkeit der Problematik kaum verfügbare Veröffentlichungen und Forschungsergebnisse im Bereich der Kameraführung und -positionierung. Das hat mit der Schwierigkeit zu tun, ein gewünschtes Ergebnis klar zu formulieren. Des Weiteren liegt das an den enorm vielen Möglichkeiten eine Kamera in einem komplexen Umfeld positioniert werden kann, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen.

Daher ist unser erster Beitrag auf diesem Gebiet eine Taxonomie von Kameraeinstellungen zur Erläuterung von Sachverhalten [HO00]. Diese ermöglicht es dem Benutzer, die Position und Parameter der Kamera daran auszurichten, wie die Objekte auf dem Bildschirm aussehen sollen (z.B. "Das Objekt soll die Hälfte des Bildschirms ausfüllen und muss voll sichtbar sein"). Zusätzlich wurde gezeigt, dass derartige Spezifikationen für eine Kameraansicht auch auf andere, ähnliche Szenen übertragen werden können [OHPL99]. Somit können Präsentationsvorlagen erstellt werden, die die gleichen stilistischen Ergebnisse bei unterschiedlichen Szenen erzielen.

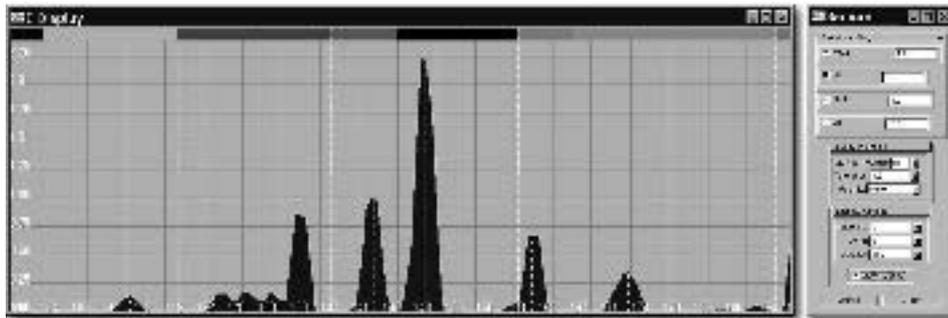
Hilfsmittel für die Planung von Kamerabewegungen in Echtzeit erweitern das deklarative Kameraplanungssystem. So unterstützen sie zusätzlich die Vorhersage von Bewegungen, Echtzeit-Algorithmen zum Bewerten von Sichtbarkeitseinschränkungen und eine geordnete Abarbeitung von Bedingungen, so dass sowohl eine große Flexibilität wie auch Einfachheit in der Erstellung der gewünschten Kameraeinstellungen und -bewegungen erreicht wurde. Das Ergebnis ist das erste System zur kohärenten und kontinuierlichen Steuerung einer beweglichen Kamera im dreidimensionalen Raum, bei dem die Kamera in einer interaktiven Umgebung auf genau definierte Ziele ohne falsche Bewegungen zusteuert und welches für alle Schwierigkeitsgrade in allen räumlichen Situationen eine Lösung findet [HHS01]. Aufgrund der geschilderten Funktionalität ist die Integration



**Abbildung 7:** Beobachter-Modus in unserem Computerspiel-Beispiel. Die Einschränkungen für die Kameransicht können mit Hilfe der Schnittstelle auf der rechten Seite angepasst werden, die auch einige vordefinierte Einstellungen sowie Möglichkeiten zur Betrachtung einzelner Spieler enthält.

dieses Systems in dreidimensionale Computerspiele nahtlos möglich. Es bedarf lediglich des Zugriffs auf die Darstellungsfunktionen der Spiel-Anwendung. Abbildung 7 zeigt ein Beispiel. Hier muss die Hauptfigur sich in der unteren Hälfte des Bildschirmes befinden, etwa 15% des Bildschirmplatzes ausfüllen, zu mindestens 95% sichtbar sein und von hinten betrachtet werden. Die Kamerasteuerung erfüllt diese Bedingungen kontinuierlich mit weichen Bewegungen.

Zusätzlich zur Platzierung der Kamera muss in interaktiven Anwendungen noch bestimmt werden, *wann* und *welche* Elemente aufgezeichnet werden sollen [HM03]. Um somit die Reihe der Kamerawerkzeuge zu vervollständigen, haben wir einen neuen Algorithmus entwickelt, der sowohl einzelne Szenen im Verlauf einer interaktiven Sitzung extrahiert als auch die Ereignisse abschließend zusammenfasst (siehe Abbildung 8).



**Abbildung 8:** Das SAMURAI-System: die Szenenintervalle und Spitzenwerte werden berechnet. Rechts ist eine einfache Benutzerschnittstelle zum Einstellen der Parameter gezeigt und links ist die graphische Ausgabe der Handlung gezeigt, die in bewertete Szenen aufgeteilt ist. Gestrichelte Linien repräsentieren Spitzenwerte und farbige Balken zeigen die Wichtigkeit von Szenen.

## 4 Integration and Anwendung

Die erfolgreiche Anwendung des Konzeptes der unterstützenden Darstellung ist ein Prozess, der die Zusammenarbeit von verschiedenen Fachdisziplinen verlangt. Abbildung 9 zeigt, wie dabei Kreativität, Psychologie und Technologie zusammenarbeiten. Drei fundamentale Bausteine sind notwendig, um die unterstützende Darstellung umzusetzen: Konzepte, Hilfsmittel und Anwendungen. Speziell bedeutet das, dass psychologisch orientierte Forschung die Effekte von Designern bewertet und überprüft; Künstler hingegen können mit den von Programmierern erstellten Werkzeugen experimentieren, um so Bilder zu erzeugen, die bekannte psychologische Effekte verwenden; und Programmierer verbessern die Technik zur Bilderzeugung, um künstlerische Effekte zu erzielen und um diese und ihren von der psychologischen Forschung ermittelten Einfluss mit Parametern beschreiben zu können.

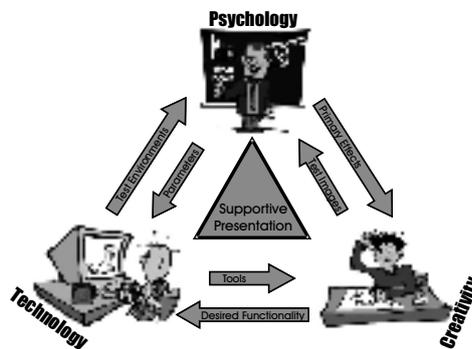


Abbildung 9: Die Grundbausteine für unterstützende Darstellung.

Da sich die unterstützende Darstellung noch in ihren Kinderschuhen befindet und der Umfang der noch zu leistenden Forschung und Zusammenarbeit mit den verschiedenen Fachgebieten erheblich ist, ist es noch zu früh, ein komplettes System von fertigen Anwendungen zu präsentieren. Daher schlagen wir vor, die unterstützende Darstellung strukturiert auf vier Ebenen zu basieren: (1) die Bestimmung des Ziels der Kommunikation mit dem Benutzer; (2) die Definition der Darstellungsstrategie (welche visuellen Effekte würden das Kommunikationsziel befriedigen); (3) die Wahl der Darstellungsmethode (wie die visuellen Effekte verwirklicht werden können); und (4) Bilderstellung (Anwendung von Algorithmen zu Generierung von Bildern). Die Zusammenarbeit aller dieser Hilfsmittel ist in Abbildung 10 dargestellt, und Abbildung 11 zeigt ein Anwendungsbeispiel.

## 5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse, die in dieser Dissertation dargestellt wurden, eröffnen neue Möglichkeiten für die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Gebieten der Computergrafik, der Computerspiele und der kognitiven Psychologie. Damit ist die unterstützende Darstellung auf soliden theoretischen sowie auch praktischen Fundamenten aufgebaut.

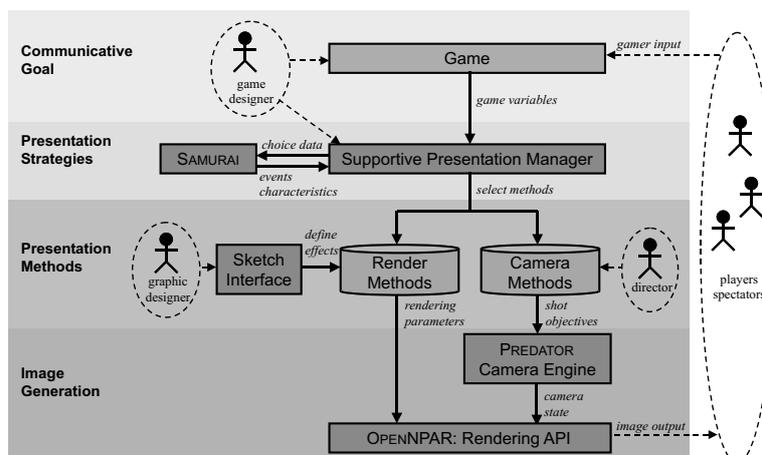
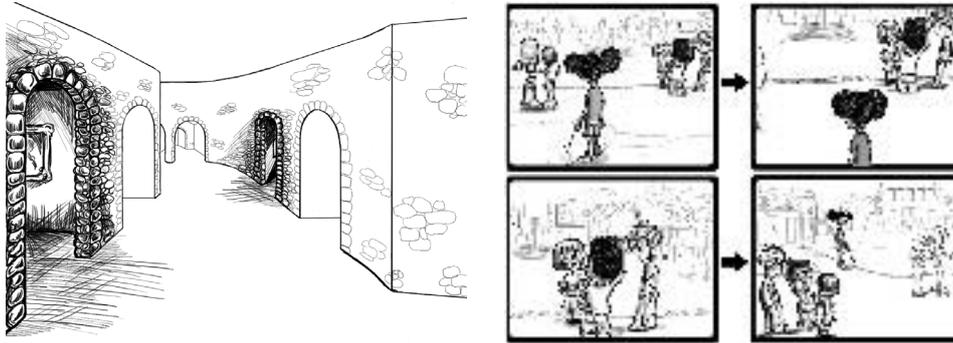


Abbildung 10: Das Rahmenwerk für unterstützende Darstellung.

Das endgültige Ziel ist es, grafische Anwendungen mit substantiell stärkeren Funktionalitäten auszustatten als dies heute üblich ist. Statt Parameter der Bilddarstellung zu definieren, sollten die Benutzer den gewünschten *Einfluss* des Bildes auf den Betrachter spezifizieren. Das System würde dann die Parameter zur Bilderzeugung selbst ableiten basierend auf gemeinschaftlichen Erfahrungswerten, die beschreiben, wie man am besten die gewünschten Effekte erzielt.

## Literatur

- [DBHM] Duke, D., Barnard, P., Halper, N., und Mellin, M.: Rendering and affect. *Computer Graphics Forum (Proceedings of Eurographics)*. 22(3):359–368.
- [HHS01] Halper, N., Helbing, R., und Strothotte, T.: A Camera Engine for Computer Games: Managing the Trade-Off Between Constraint Satisfaction and Frame Coherence. *Proc. Eurographics 2001*. 20(3):174–183. 2001.
- [HIR<sup>+</sup>03] Halper, N., Isenberg, T., Ritter, F., Freudenberg, B., Meruvia, O., Schlechtweg, S., und Strothotte, T.: Opennpar: A system for developing, programming, and designing non-photorealistic rendering. In: *Proceedings of Pacific Graphics*. 2003.
- [HM03] Halper, N. und Masuch, M.: Action summary for computer games: Extracting action for spectator modes and summaries. In: *Proc. of 2nd International Conference on Application and Development of Computer Games*. S. 124–132. Hong Kong. 2003.
- [HMH<sup>+</sup>03a] Halper, N., Mellin, M., Herrmann, C., Linneweber, V., und Strothotte, T.: Psychology and non-photorealistic rendering: The beginning of a beautiful relationship. In: *Mensch und Computer*. S. 277–286. ACM German Chapter. 2003.
- [HMH<sup>+</sup>03b] Halper, N., Mellin, M., Herrmann, C. S., Linneweber, V., und Strothotte, T.: Towards an understanding of the psychology of non-photorealistic rendering. In: *Proc. Workshop Computational Visualistics, Media Informatics and Virtual Communities*. S. 67–78. 2003.
- [HO00] Halper, N. und Olivier, P.: CAMPLAN: A Camera Planning Agent. In: *Smart Graphics (AAAI Spring Symposium)*. S. 92–100. Menlo Park. 2000. AAAI Press.



**Abbildung 11:** Multi-user umgebung: das Ziel ist, erfahrene Benutzer anzuregen, neuen Spielern zu helfen; die Strategie ist, damit der Neuling Aufmerksamkeit von erfahrenen Benutzern erregt und den Neuling zu den relevanten Bereichen führt; zwei Methoden werden verwendet: (links) den Anfänger zu einer passenden Position mit Detail führen; (rechts) Verwenden der stärkeren Silhouetten, des Kontrastes und der zentralen Plazierung im Darstellungsfeld (obere Reihe zeigt Gesichtspunkt für den Neuling, unteren Reihe zeigt Gesichtspunkt für den erfahrenen Benutzer. Linke Spalte zeigt die Standardkameraansicht, rechte Spalte zeigt unterstützende Kameraansicht).

- [HSS02] Halper, N., Schlechtweg, S., und Strothotte, T.: Creating non-photorealistic images the designer's way. In: *Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR 2002)*. S. 97–104. New York. 2002. ACM.
- [IFH<sup>+</sup>03] Isenberg, T., Freudenberg, B., Halper, N., Schlechtweg, S., und Strothotte, T.: A developer's guide to silhouette algorithms for polygonal models. *IEEE Transactions on Computer Graphics*. S. 28–37. July/August 2003.
- [IHS02] Isenberg, T., Halper, N., und Strothotte, T.: Stylizing Silhouettes at Interactive Rates: From Silhouette Edges to Silhouette Strokes. *Computer Graphics Forum (Proceedings of Eurographics)*. 21(3):249–258. September 2002.
- [LHM<sup>+</sup>03] Linneweber, V., Halper, N., Mellin, M., Herrmann, C. S., und Strothotte, T.: Environmental psychology and non-photorealistic rendering: new ways to new findings? In: *5th Biannual Conference on Environmental Psychology*. 2003.
- [OHPL99] Olivier, P., Halper, N., Pickering, J., und Luna, P.: Visual composition as optimisation. In: *AISB Symposium on AI and Creativity in Entertainment and Visual Art*. S. 22–30. Edinburgh. 1999.
- [SC92] Strauss, P. und Carey, R.: An object-oriented 3d graphics toolkit. In: *Proceedings of SIGGRAPH'92*. S. 341–349. New York. 1992. ACM SIGGRAPH.
- [SS02] Strothotte, T. und Schlechtweg, S.: *Non-Photorealistic Computer Graphics: Modeling, Rendering and Animation*. Morgan Kaufmann Publishers. San Francisco. 2002.

### Werdegang

Nick Halper studierte an der Universität von York in England von 1995 bis 1999 und empfing ein MEng in "Computer Systems and Software Engineering". 2000 begann er sein PhD an der Universität von Magdeburg und während dieser Zeit veröffentlichte er 12 Artikel in den Gebieten der Computergraphik, Computerspiele und der Psychologie. Er ist z.Z. unabhängig und arbeitet für Firmen die Darstellungsgraphiken benötigen.