

Interaktive Echtzeit-3D-Visualisierung

Webbasierte Darstellung „Mobilisierung und Homing von Blutstammzellen“

Jens Herder¹, Ralf Kronenwett², Simone Lambertz¹, Georg Kiefer¹ und Johann Freihoff³

Fachhochschule Düsseldorf, Fachbereich Medien¹ und Fachbereich Design³
Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, Klinik für Hämatologie, Onkologie und klinische Immunologie²

Zusammenfassung

Die interaktive Echtzeit 3D-Visualisierung „*Mobilisierung und Homing von Blutstammzellen*“ wurde konzipiert, um ein sehr komplexes medizinisches Wissen mit den Mitteln der 3-dimensionalen Visualisierung in Echtzeit und des Internets sowie der daraus resultierenden Interaktivität aufzubereiten. Dies musste auf einer Ebene geschehen, die es hinterher auch jedem Nicht-Mediziner erlaubt, die grundlegenden biologischen und medizinischen Sachverhalte nachzuvollziehen. Das Resultat: Eine informative und didaktische Anwendung, aus einer Mischung von interaktiven 3D-Stationen und erklärenden 3D-Animationen. Diskutiert werden die Methodik der Konzeptionsphase und die Interaktionstechniken.

1 Problemexposition und konzeptioneller Einstieg

Komplexe und fachlich hochspezifische Themen, hier „Adulte Stammzellen“, benötigen eine besondere Form der Vermittlung, um sie auch Laien, die Kenntnisse über diese Inhalte gewinnen wollen, erfolgreich zu präsentieren (Mantovani, F. 2001). Dieses interdisziplinäre Projekt ist ein Versuch der Entwicklung und Bereitstellung eines gebrauchsfähigen Produkts, welches die Dimension von relevantem Inhalt, technisch-medialer Umgebung und künstlerisch-gestalterischer Aufbereitung integriert. Es ist wichtig, wissenschaftliche Kenntnisse in einer anschaulichen, unterhaltsamen und gut verständlichen Form aufzubereiten und zu präsentieren (so genanntes „Infotainment“, I4 Learning 2005). So kann Forschung einer breiten Öffentlichkeit zu Zwecken der Werbung oder der Aufklärung zugänglich gemacht werden.

Die Auswirkungen und die Faktoren der Mobilisierung und des Homings von Blutstammzellen bilden an der Uniklinik Düsseldorf einen wichtigen Forschungsschwerpunkt im Kampf gegen Blutkrankheiten (Haas & Kronenwett 2005). Mobilisierung bedeutet hierbei das Lösen dieser Stammzellen aus dem Knochenmark und das Einwandern in die Blutbahn. Als

Homing bezeichnet man den umgekehrten Vorgang. Die beiden Vorgänge werden therapeutisch im Rahmen von Chemotherapien genutzt, daher ist dieses Thema für Patienten interessant. Die Blutstammzellen sitzen in ihren Nischen im Knochenmark. Die Knochenmarkhöhlen sind mit Blutzellen verschiedener Reifungsstufen ausgefüllt: Von der Blutstammzelle bis zum reifen weißen oder roten Blutkörperchen. Außerdem wird der Knochenmarkraum von kleinen Blutgefäßen durchzogen, in die Blutstammzellen auswandern und in den Blutkreislauf gelangen können (Mobilisierung), wenn der Mensch unter körperlichem Stress steht, einen Gewebeschaden erlitten hat oder ihm ein gentechnisch hergestellter Wachstumsfaktor gespritzt wurde (Kronenwett et al. 2000). Die durch die Gabe von Wachstumsfaktoren mobilisierten Blutstammzellen können dann durch ein spezielles Verfahren, der Leukapherese, gewonnen und anschließend für eine Blutstammzelltransplantation zur Therapie eines Patienten mit Leukämie verwendet werden.

Die freizugängliche interaktive Animation zur Visualisierung und Erläuterung dieser Vorgänge (Herder et al. 2005) soll als Erweiterung zu vorhandenen Informationen auf Webseiten, in Broschüren und einschlägiger Literatur verstanden werden. Für Erstellung und Darstellung wurden die Werkzeuge von Anark eingesetzt (Anark Inc. 2005). Die Anwendung bietet durch die Animation und besonders durch Hinzufügen von Interaktion eine neue, attraktive Art der Informationsvermittlung, bei der der Benutzer aktiv in das Geschehen eingreift und so das Gesehene besser aufnehmen kann. Die Inhalte müssen hierbei einem Standard genügen, der gleichzeitig Ärzte, Medizinstudenten, Patienten der Klinik und „Normal-Interessierte“ berücksichtigt (Adler et al. 1998).

Mit fortschreitendem Durcharbeiten der Applikation lernt der Benutzer immer mehr über den Ablauf der Mobilisierung und des Homings von Blutstammzellen kennen. Ferner erfährt er mehr über die Zusammenhänge und Mechanismen sowie die einzelnen Elemente, die für diese Prozesse verantwortlich sind und gewinnt einen Einblick in den „Mikrokosmos Leben“. Der Anwender taucht in dieser virtuellen Reise ganz in das Innere des lebenden, menschlichen Körpers ein. Deshalb sind Farben, Formen, Bewegungen und Geräusche so weit wie nur möglich der Natur nachempfunden.

Die Hauptakteure der Blutstammzellenwanderung und ihrer Umgebung (siehe Abb. 1) werden in (Schiebler et al. 1986)(Mitrou & Länger 2001) beschrieben. Die Formen, Farben und Größenverhältnissen sind so detailgetreu wie möglich dargestellt. Die Komplexität des zu vermittelnden Inhalts ist für eine ausschließlich interaktive Umsetzung ungünstig. Die Reihenfolge der biologischen Abläufe, die zum Verständnis notwendig sind, macht eine weitgehende Linearität sinnvoll.

Eine Untersuchung des Inhaltes dahingehend, an welchen Stellen dieser sich besser durch Interaktion und an welchen eher durch Animation erklären lassen würde, war die Vorarbeit zum strukturellen Aufbau. Diese Kombination aus passiven und aktiven Elementen ermöglicht außerdem dem Benutzer, einerseits „die Vorstellung zu genießen“ und andererseits interaktiv in den Verlauf der Handlung einzugreifen. Somit steuert er seine Lerninhalte und sein Lerntempo zum Teil selbst.

Das Konzept liefert die Basis für ein interaktives, erweitertes Drehbuch, in dem der gesamte Aufbau und Ablauf der einzelnen Szenen festgehalten ist. Dies beinhaltet alle Aspekte des späteren Endproduktes: Menge und Position der sichtbaren Elemente und Beschreibung ihres Verhaltens in einem Objektkatalog, Kameraeinstellungen und -fahrten, mögliche Interaktio-

nen, Soundeffekte und Sprechertexte. Die technische Umsetzung wurde hierdurch erheblich erleichtert und rechtfertigte damit den hohen Aufwand in der Konzeptionsphase.

2 Interaktion und Ablauf

Zu Beginn der Anwendung wird der Benutzer unvermittelt ins Knochenmark gestellt¹, allein mit der Information, dass er sich eben *dort* nun befindet (Abb. 1 rechts). Er bekommt den Auftrag herauszufinden, was all diese Objekte, in deren Mitte er sich aufhält, für eine Bedeutung haben. Mit dem Auftrag geht eine kurze Anleitung für die Bedienung der Eingabegeräte zur Fortbewegung einher.



Abbildung 1 links: Entwurfsskizzen der Zellen basierend auf Mikroskopbildern und Beschreibungen; rechts: Der Benutzer bekommt die Möglichkeit durchs Knochenmark zu schweben und Informationen zu sammeln.

Die erste Motivation des Besuchers ist es, die Form der Fortbewegung auszuprobieren und ein Gefühl für den immersiven Raum des Knochenmarks durch Exploration zu bekommen. Darauf folgt die wichtigste Motivation: das Lernen. Der Benutzer wird entdecken, dass er durch das Anklicken der Objekte Informationen per Lauftext und Sprache über sie erhält. So lernt er seine Umgebung immer mehr kennen. Außerdem kann er sein zuvor schon vorhandenes Wissen spielerisch überprüfen

Die Schwierigkeit einer Selektion eines Objektes im dreidimensionalen Raum wurde durch die Hervorhebung eines ausgewählten Objekts reduziert. Als Möglichkeiten für solch eine Markierung standen zur Diskussion: Ein (animierter) Rahmen um ein Objekt, das Heranfahr-

¹ Die Mobilisierung der Stammzellen für die medizinische Anwendung beginnt im Knochenmark. Hier werden auch alle wichtigen Zellen eingeführt.

ren mit der Kamera an ein Objekt, Verstärkung der Helligkeit eines Objektes (Leuchten) und Veränderung der Farbe eines Objektes. Als die geeignete Form stellte sich die farbliche Hervorhebung der Objekte heraus, da dies sich für unterschiedliche Objektgrößen eignet.

Der Benutzer wird über einen Balken über den Fortschritt informiert. Jedes Mal wenn er eine neue Art von Objekten entdeckt und sich über sie informiert, schreitet der Balken einen Schritt vor. Er wird auch bei einem Stationswechsel darauf hingewiesen, wenn er sich noch nicht alles angeschaut hat. So kann der Besucher selbst entscheiden, wie viel Wissen er sich aneignen will. Alternativ oder besser noch zusätzlich zur umgesetzten Textbenachrichtigung beim Verlassen, hätte man den Benutzer durch spezielle Kameraführung, Lichtsteuerung oder andere Arten der Hervorhebung auf noch fehlende Objekte hinweisen können (Herder & Cohen 1997). Dies wäre eine gute, aber technisch aufwendige Möglichkeit gewesen, da sie dem Anwender nicht nur sagt, *wie viele* sondern zudem auch *welche der Objekte* er übersehen hat.

Um Nachteile wie Wissenslücken oder vorzeitiges Aufgeben einzudämmen, wird dem Benutzer ein freier Stationswechsel per Menü ermöglicht. Dies geschieht mittels eines, über die gesamte Anwendung hinweg präsenten Buttons für diese Option. Auf diese Art und Weise hat der Benutzer die Möglichkeit zu Stationen zurückzukehren, wenn er das Gefühl hat, dort etwas verpasst zu haben oder er sein Wissen noch einmal auffrischen möchte.

Alle Objekte, die der Anwender sich zu Beginn im Knochenmark angesehen hat, tauchen in den folgenden Stationen wiederholt auf. Wiedererkennungs-Erlebnisse „belohnen“ und motivieren, auch noch die anderen Stationen kennen zu lernen, um immer mehr der „vertrauten“ Objekte wieder zu finden. In der zweiten interaktiven Station geht es darum, sich die Blutstammzelle, die man bis dahin nur in ihrer groben Bedeutung kennen gelernt hat, mitsamt ihren Bestandteilen näher zu betrachten. Da das Interesse auf die neu hinzugekommenen einzelnen Bestandteile der Blutstammzelle gelenkt werden soll, sind diese nun mit hervorstechenden Farben dargestellt. Dies ist nötig, um dem Anwender zu signalisieren, dass dies in dieser Station die anwählbaren Objekte sind, zu denen er weitere Informationen erhalten kann.

3 Fazit

Das Ergebnis des Projektes ist eine semi-interaktive Lehranwendung, mit welcher der Einstieg in das Thema der Blutstammzellwanderung erleichtert wird. Der große Vorteil der dreidimensionalen Medien ist jedoch, Dinge möglich und sichtbar zu machen, die in der Realität niemals so stattfinden könnten. Die dritte Dimension ist äußerst geeignet für die Umsetzung, welches sich ja zum überwiegenden Teil *im* Menschen abspielt. Und das Ergebnis ist sehenswert und neuartig in diesem Bereich der medizinischen Wissensvermittlung.

Literaturverzeichnis

- Adler, M.; Dietrich, J. W.; Holzer, M. F.; Fischer, M. R. (1998): Computer Based Training in der Medizin – Technik – Evaluation – Implementation, Shaker Verlag.
- Anark Inc. (2005): <http://www.anark.com/>. Boulder, Colorado
- Haas, R.; Kronenwett, R. (2005): Fragen und Antworten zur hämatopoetischen Stammzelle – Grundlagen, Indikationen, therapeutischer Nutzen-. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Herder, J.; Cohen M. (1997): Enhancing Perspicuity of Objects in Virtual Reality Environments, CT'97 – Second International Cognitive Technology Conference, Aizu, pp. 228-237, IEEE Press.
- Herder, J.; Lambertz, S.; Kiefer, G.; Freihoff, J. (2005): Mobilisierung und Homing von Blutstammzellen – Eine interaktive Echtzeit-3D-Visualisierung, (http://vsvr.medien.fh-duesseldorf.de/~herder/education/gallery/st_zellen2005/). Labor für Virtuelles Studio / Virtuelle Realität, FH Düsseldorf.
- I4 Learning (2005): http://www.i4learning.com/qu/research_lab.html. 3440 Oakcliff Rd. Suite 104, Atlanta, GA 30340.
- Kronenwett, R.; Martin, S.; Haas, R. (2000): The role of cytokines and adhesion molecules for mobilization of peripheral blood stem cells. Stem Cells, AlphaMed Press, 18: 320-330.
- Mantovani, F. (2001): VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training, in Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age, Amsterdam, IOS Press.
- Mitrou, P. S; Länger F. (2001): Atlas der Hämatologie und hämatologischen Onkologie. Frankfurt: Mitrou & Länger GbR.
- Schiebler, T. H.; Peiper, U.; Schneider Fr. (1986): Histologie – Lehrbuch der Cytologie, Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen [2. korrigierte Auflage]. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer.

Danksagung und Kontaktinformationen

Diese Projektarbeit entstand auf Initiative von Prof. Horst Seiffert. Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Rainer Haas für die unterstützende Beratung.

Prof. Jens Herder, Dr. Eng. / Univ. of Tsukuba
Labor für Virtuelles Studio / Virtuelle Realität, Fachbereich Medien
Fachhochschule Düsseldorf, Josef-Gockeln-Str. 9, 40474 Düsseldorf
Tel.: +49/211/4351-810, Fax: +49/211/4351-803
Email: herder@fh-duesseldorf.de,
WWW: <http://vsvr.medien.fh-duesseldorf.de>