

# Szenariobasierte Entwicklung chirurgischer Trainingssysteme

Bernhard Preim und Jeanette Cordes

Fakultät für Informatik, Institut für Simulation und Graphik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
{preim, cordes}@isg.cs.uni-magdeburg.de

**Abstract:** Basierend auf unseren bisherigen Erfahrungen möchten wir in diesem Beitrag Empfehlungen für die szenariobasierte Konzeption chirurgischer Trainingssysteme geben. Wir beschreiben exemplarisch die szenariobasierte Konzeption eines Systems für das Training des medizinischen Workflows und der Planung in der Wirbelsäulenchirurgie. Die Diskussion der Szenarien hat sich insbesondere für das Design der Trainingsschritte, für die Auswahl einer repräsentativen Menge von Fällen sowie für die Definition der fallspezifisch benötigten Informationen als hilfreich erwiesen. Mit der Erstellung und Validierung von Szenarien, die das Vorgehen aus klinischer Sicht mit allen notwendigen Bearbeitungsschritten formulieren, kann sichergestellt werden, dass ein System entsteht, das auf seine Anwender zugeschnitten ist.

## 1 Einleitung

Die szenariobasierte Entwicklung [Ro02] bietet die Möglichkeit, Softwaresysteme informell zu spezifizieren und damit die konstruktive Kommunikation mit allen Beteiligten und deren enge Einbindung in den Designprozess zu ermöglichen. Szenarien sind besonders geeignet, um computergestützte Systeme für Gebiete zu entwerfen, in denen bisher keine Erfahrungen mit einer Computerunterstützung bzw. nur unzureichende Anforderungsanalysen vorliegen. Das szenariobasierte Design wird bereits seit vielen Jahren in der User-Interface-Entwicklung eingesetzt. Szenarien werden beispielsweise beim Design von Webseiten und bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen [Ha03] in der Anforderungs- und Nutzeranalyse sowie Konzeption genutzt. Bei der Erstellung anwenderfreundlicher technischer Dokumentationen werden mit ihrer Hilfe nutzernah die Anforderungen und Handlungsabläufe ermittelt [Ta06].

Bei der Erstellung chirurgischer Trainingssysteme ist es besonders wichtig, die Lerninhalte zu definieren und sie angemessen und effektiv zu vermitteln. Neben Aspekten wie Anwendercharakterisierung und Anforderungsanalyse spielen die didaktische Konzeption, die Definition von Lernzielen, die Strukturierung des Lerninhalts, der angemessene Einsatz von Multimediaelementen sowie die Vermittlung von implizitem Expertenwissen und die Bewertung des Lernerfolgs eine wichtige Rolle.

Bei der Entwicklung eines Systems für das Training der computergestützten Planung von Leberoperationen, dem LIVERSURGERYTRAINER, haben wir zunächst auf Basis von Beobachtungen von Operationen und Interviews mit den Chirurgen eine Liste mit Anforderungen an das System erstellt. Jedoch hat sich diese Form der Anforderungsanalyse als nicht ausreichend für die vielen Entwurfsentscheidungen erwiesen. Daher wurde im fortgeschritteneren Stadium der Entwicklung auf die szenariobasierte Spezifikation zurückgegriffen [Co07]. Die Szenarien erwiesen sich für das Design der Trainingsschritte und bei der Auswahl und Beschreibung der Trainingsfälle als hilfreich.

Basierend auf diesen Erfahrungen möchten wir zeigen, wie die szenariobasierte Entwicklung angewandt werden kann. Exemplarisch beschreiben wir die szenariobasierte Entwicklung des SPINESURGERYTRAINERS, eines Trainingssystem für die Wirbelsäulenchirurgie.

## 2 Szenariobasiertes Design

[Be05] unterscheiden vier verschiedene Typen von Szenarien, die in verschiedenen Stadien im Designprozess Anwendung finden. *User Stories* werden zu Beginn der Entwicklung genutzt, um die Aufgaben, Erwartungen und Präferenzen der Benutzer zu verstehen. Sie beinhalten ausführliche Beschreibungen der Aktivitäten der Benutzer und den Zusammenhang, in dem sie geschehen. User Stories können in vielfältigen Formen, beispielsweise als Videos, Tagebucheinträge und Interviews erfasst werden. Sie werden durch einen Prozess der Abstraktion und Zusammenfassung zu *Conceptual Scenarios*. Diese werden genutzt, um die Anforderungen des Systems zu definieren und allgemeine Designvorschläge zu erstellen. Für die Umsetzung der Designideen, für das Prototyping, sowie für die Evaluierung eines Systems können aus einem Conceptual Scenario mehrere *Concrete Scenarios* generiert werden, die notwendig sind, um einen bestimmten Sachverhalt genau zu erklären. Sie erfassen für das jeweilige Teilproblem Besonderheiten und die Umstände, unter denen sie auftreten. Mehrere Concrete Scenarios werden wiederum zu *Use Cases* zusammengefasst, die die Interaktion zwischen den Anwendern und dem Programm enthalten und dabei auch leichte Variationen der Umstände abdecken.

Während der Erstellung der Szenarien erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit dem Problemgebiet. Es werden Sachverhalte und Schwierigkeiten bewusst, die sonst möglicherweise unbemerkt geblieben wären. Mit Hilfe der Szenarien ist es leichter, die Anforderungen an das System zu spezifizieren und zu priorisieren sowie notwendige und überflüssige Funktionalitäten zu detektieren [Be05]. Basierend auf unseren Erfahrungen gibt es beim szenariobasierten Design die folgenden fünf wichtigen Aspekte:

1. *Reduktion von Redundanzen innerhalb der Szenarien.* Um die Menge an Texten möglichst nicht zu groß werden zu lassen und die Entwicklung so effizient wie möglich zu gestalten, ist es notwendig, Redundanzen in den Szenarien zu reduzieren. Vor allem in den Szenarien, in denen große Teile ähnlich oder gar identisch sind, ist darauf zu achten, Redundanzen zu vermeiden. Redundanzen kommen häufig in Conceptual Scenarios oder Use Cases vor. Hier ist es sinnvoll, jeweils gemeinsame Hauptteile (Common Components) und die sich unterscheidenden einzelnen Kernteile (Core Components) zu trennen. Der gemeinsame Teil eines Szenarios bleibt konstant, während an bestimmten

Positionen in diesen Common Components auf die jeweils zugehörigen Core Components zugegriffen werden kann.

2. *Verwaltung der Abhängigkeiten zwischen Szenarien.* Die Abhängigkeiten zwischen den Szenarien (z.B. aus welchen User Stories ein Conceptual Scenario erstellt wurde) müssen deutlich gemacht werden. Durch Anwendung einer hierarchischen Struktur bei der Verwaltung der Szenarien, wie sie in Abbildung 1 dargestellt ist, ist dies gewährleistet. Bei der Strukturierung ist darauf zu achten, dass ein Conceptual Scenario aus mehreren User Stories entstanden sein kann.

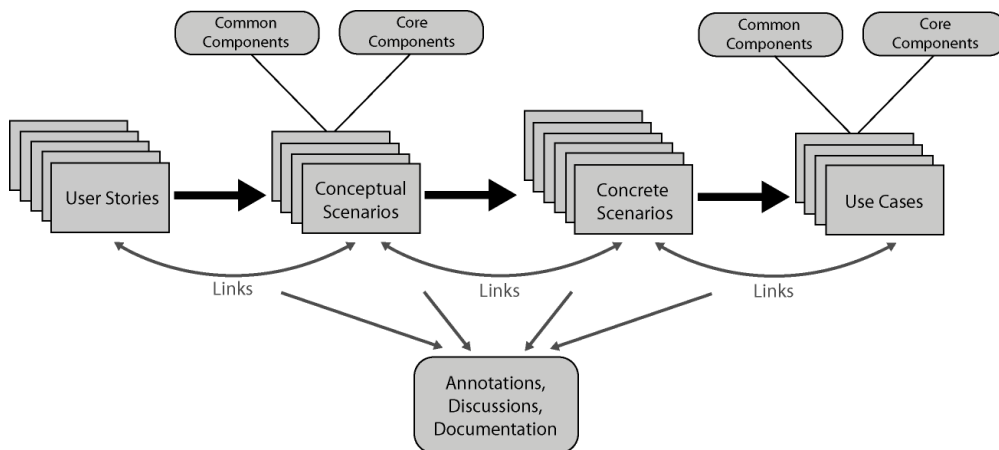


Abbildung 1: Abhängigkeiten und Verwaltung der Szenarien

3. *Änderungs- bzw. Versionsverwaltung.* Damit der Entwicklungsprozess der Szenarien nachvollziehbar bleibt, ist es notwendig, die Änderungen bzw. verschiedenen Versionen eines Szenarios, sowie deren Autoren zu verwalten. Wir schlagen vor, neue Szenarien zunächst auf Abhängigkeit zu prüfen und an die entsprechende Stelle in der hierarchischen Struktur einzubinden. Änderungen, die nicht das gesamte Szenario betreffen, können im älteren Szenario verlinkt werden, um den Bezug nachvollziehen zu können.
4. *Zuordnung von Anmerkungen und Diskussionen.* Auch Kommentare und Überlegungen zu Szenarien oder zu Abschnitten in Szenarien müssen verwaltet werden und Verweise auf ihre Position innerhalb des Szenarios sowie auf ihren Autor beinhalten. Ähnlich wie bei den Common und Core Components werden dazu an den entsprechenden Stellen im Szenario Links zu den Anmerkungen gesetzt (Abbildung 1).
5. *Dokumentation und Begründung von Entwurfsentscheidungen.* Die Entscheidungen, die zu einem benutzerfreundlichen Design des Systems führen, sind Ziel der szenario-basierten Spezifikationsmethode. Dokumentationen über Entwurfsentscheidungen, die auf der Grundlage der Szenarien entstanden sind, sollten deshalb den einzelnen Szenarien zuzuordnen sein. Sie können ebenso wie Anmerkungen in den Szenarien verlinkt werden.

### 3 Konzeption des SpineSurgeryTrainers

Der Schwerpunkt in der Wirbelsäulenchirurgie liegt bei der Therapiefindung. Für eine Erkrankung existieren verschiedene Behandlungsstrategien und der behandelnde Arzt muss entscheiden, welche Strategie für den speziellen Fall die effektivste ist. Dazu werden der radiologische Befund, die neurologischen Ausfallerscheinungen, die Beschwerden und das soziale Umfeld des Patienten als Entscheidungsgrundlage herangezogen. Bei der Therapieentscheidung und -durchführung spielt das *implizite Wissen* erfahrener Ärzte eine große Rolle. Für ein chirurgisches Trainingssystem ist es wichtig, dieses implizite Wissen darüber, wie sie Entscheidungen treffen, explizit zu machen und damit für das Training nutzbar zu machen. Dieser Prozess kann durch die Erstellung und Diskussion von Szenarien stark unterstützt werden. Die Auswahl einer repräsentativen Menge von Trainingsfällen und die notwendigen Fallinformationen können so ermittelt werden.

Für die chirurgische Planung ist es wichtig, die räumlichen Beziehungen zwischen nervalen und spinalen Strukturen, sowie die Lage der Wirbelsäule zu den umliegenden Muskeln, Gefäßen und Drüsen zu kennen. Um diese anatomischen Kenntnisse, Therapiemöglichkeiten und Entscheidungskriterien zu vermitteln und das Training der virtuellen Therapie zu ermöglichen, wird der SPINESURGERYTRAINER entwickelt. Er ermöglicht das Training des medizinischen Workflows in der Wirbelsäulenchirurgie von der Diagnose über die Therapieentscheidung bis zur virtuellen Planung und Durchführung dieser Therapie (siehe Abbildung 2).

Mit Hilfe von Fachärzten der Orthopädie wurden zunächst Szenarien (*User Stories*) erstellt, an denen der Grundaufbau des SPINESURGERYTRAINERS diskutiert werden konnte. Da sich dabei herausstellte, dass eine Therapieentscheidung nur möglich ist, wenn alle medizinischen Daten, wie Patientendaten, Anamneseinformationen und die 2D-Aufnahmen berücksichtigt werden, ergab sich für den SPINESURGERYTRAINER ein Grundgerüst, das im starken Bezug zum realen medizinischen Workflow steht. Durch Abstraktion und Zusammenfassung einiger User Stories entstanden *Conceptual Scenarios*, die den Grundaufbau und das Design beschreiben und die Interaktionsaufgaben auf hoher Ebene beschreiben. Mit ihrer Hilfe war eine effektive Kommunikation mit den Chirurgen möglich und ein Prototyp konnte entworfen werden. Für detailliertere Arbeitsschritte waren Beschreibungen durch *Concrete Scenarios* nötig. Die Concrete Scenarios beschreiben jeweils nur einen kleinen Teil im Ablauf des SPINESURGERYTRAINERS, zum Beispiel wie der Nutzer eine Injektion virtuell planen kann. Wichtige Anmerkungen dazu, beispielsweise einen Gefahrenhinweis einzublenden, falls wichtige Strukturen wie Blutgefäße getroffen werden, konnten damit diskutiert werden. Abschließend entstanden *Use Cases*, um den Prototyp zu evaluieren und zu verbessern [Co08].

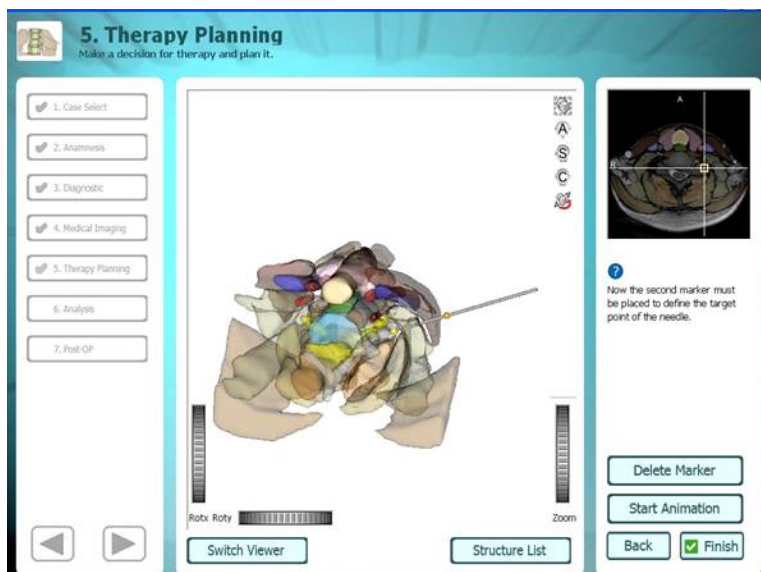


Abbildung 2: Virtuelle Planung der Injektion im 3D-Modell der Halswirbelsäule. Der Einstichpunkt und der Zielpunkt der Nadel wurden in den Schichtbilddaten definiert. Im Anschluss kann der Lernende die Position der Nadel am 3D-Modell überprüfen und in einer Animation die Nadelplatzierung verfolgen. In der Visualisierung sind Muskeln, Gefäße, Wirbel, Bandscheiben und Nervenwurzeln sowie umliegende relevante Strukturen eingeblendet.

## Literaturverzeichnis

- [Be05] Benyon D., Turner P. & Turner S. (2005). Designing Interactive Systems. Addison Wesley.
- [Co07] Cordes, J., Mühlner, K., Oldhafer, K.J., Stavrou, G., Hillert, C. & Preim, B. (2007). Szenariobasierte Entwicklung eines Chirurgischen Trainingssystems. In eLearning in der Medizin und Zahnmedizin (Proceedings 11. Workshop der GMDS AG), Seiten 17-30. Shaker Verlag.
- [Co08] Cordes, J., Hinz, K., Franke, J., Bochwitz, K., Preim B. (2008) „Conceptual Design and Prototypic Implementation of a Case-based Training System for Spine Surgery”, E-Learning-Baltics – eLBA.
- [Ha03] Hatscher, M. & Beringer J. (2003). Customer-Centered „New Application“ Design. GC-UPA Track.
- [Ro02] Rosson, M.B. & Carroll J.M. (2002). Usability Engineering. Scenario-based development of human-computer interaction. Academic Press.
- [Ta06] Tanzer, S. & Buck, B. (2006). Das Szenario als Werkzeug in der Technischen Dokumentation - Ein benutzerorientierter Ansatz. Tagungsband der tekomp-Jahrestagung.