

Entwicklung und Realisierung eines Computer-basierten Lernprogramms zur GMP-Schulung

Programm-Entwicklung und Benutzer-Akzeptanz

Dr. Rango Dietrich, Konstanz, Prof. Dr. Detlev Leutner, Dipl.-Psych. Roland Brünken, Dipl.-Psych. Beate Schreiber, Lehrstuhl für Instruktionspsychologie der PH Erfurt, und Dr. Jochen Allwohn, Bereich Produktion der Bayer Bitterfeld GmbH, Greppin

In einer früheren Mitteilung sind Überlegungen zur Entwicklung eines Programms dargestellt worden. Die Resultate wurden als Design-Vorschläge zusammengefaßt. Deren Umsetzung in ein Programm wird in dieser Mitteilung beschrieben. Neben inhaltlichen und informationstechno-

logischen Aspekten werden die Ergebnisse einer wissenschaftlichen Untersuchung zur Akzeptanz des Programms durch die Benutzer dargestellt. Im Rahmen dieser Studie wird außerdem die Eignung des Programms als GMP-Trainingsmedium an Probanden (n = 36) aus der Ziel-

gruppe in einem Parallelgruppenvergleich nachgewiesen.

Die Umsetzung der früher dargestellten Design-Überlegungen hat somit den wissenschaftlich fundierten Nachweis ermöglicht, daß dieses Programm als Medium zum GMP-Training in besonderer Weise geeignet ist.

1. Einleitung

In einer früheren Mitteilung [1] sind auf der Basis einer strukturierten Bedarfsanalyse die wünschenswerten Elemente eines CBT-Programms zur GMP-Schulung in der pharmazeutischen Industrie dargestellt worden.

In Anlehnung an die dort gemachten Angaben wird in dieser Mitteilung berichtet, inwieweit deren Umsetzung in ein CBT-Programm realisiert werden kann und wie sich ein solchermaßen aufgebautes Programm in der Praxis bewährt.

2. Festlegung des inhaltlichen Umfangs für die Programmentwicklung

Eine Umfrage hat gezeigt, daß ein Bedarf für ein Schulungsprogramm für Mitarbeiter besteht, denen die elementaren Grundlagen von GMP geläufig sind, die jedoch einen Trainingsbedarf aus unterschiedlichem Anlaß zu speziellen GMP-Themen haben, der meist kurzfristig, kostengünstig, mit geringem Aufwand und wiederholbar befriedigt werden muß.

In derselben Umfrage wurde das Thema „Dokumentation“ als dasjenige identifiziert, bei dem die befragten Firmen den größten Trainingsbedarf bei den Spezialthemen sahen.

Die Aufgabenstellung lautete daher, ein Programm zum Thema „Dokumentation“ zu entwickeln, das den vorher erwähnten Designüberlegungen gerecht wird.

2.1. Anpassung an Zielgruppe

Da bei der Zielgruppe elementares GMP-Wissen vorausgesetzt wird, müssen die Grundlagen nicht neu vermittelt werden. Es sollen daher spezifische Inhalte aus dem Themenkreis Dokumentation trainiert werden, die in der täglichen GMP-Praxis auftauchen. Als solche wurden festgelegt:

- Einführung und Grundsätze
- Anforderungen
- Dokumentationstypen
- Organisation

2.2. Realisierung der modularen Struktur

Um das gewählte Thema modular zu halten, d. h. mit später zu ent-

wickelnden Themen harmonisieren zu können, galt es zunächst, eine einheitliche Programmstruktur zu gewährleisten, die dem Bediener einerseits größtmögliche Flexibilität in der Durcharbeitung der Inhalte und andererseits eine typische Durcharbeitungszeit von etwa 60 Minuten ermöglicht. Diese Kriterien sollten einmal realisiert werden, um dann für alle noch zu entwickelnden Themenmodule weiterverwendet werden zu können.

2.3. Maßnahmen zur Gewährleistung der didaktischen Qualität

Neben der selbstverständlichen Forderung nach sachlicher Korrektheit der Inhalte sind Maßnahmen zur Gewährleistung der didaktischen Qualität zu treffen, um den Lernerfolg zu sichern [2, 3].

2.3.1. Anpassung an Arbeitsumgebung (Customizing)

Die Anpassung an die Arbeitsumgebung erfolgt durch die Integration von multimedialen Bestandteilen in das CBT-Programm. So werden SOPs und Anweisungen aus dem Betrieb im Original-Layout einge-

fügt und in die Thematik inhaltlich eingebunden. Abbildungen von Räumen, Gerätschaften und Mitarbeitern stellen den individuellen Bezug zum Arbeitsplatz her. Video-Sequenzen beschreiben Arbeitsabläufe. Das Programm wird in seiner Struktur so ausgelegt, daß an bestimmten Stellen diese Elemente vorgesehen werden und somit leicht durch andere Elemente zum gleichen Thema (aber von einem anderen Betrieb) ausgetauscht werden können.

2.3.2. Interaktivität

Da dem Benutzer die Möglichkeit gegeben werden soll, nach eigenen Vorstellungen durch das Programm zu gehen, wurde ein sog. „Navigationsbaum“ geschaffen, der gleichzeitig eine inhaltliche Übersicht darstellt und es erlaubt, direkt zu den einzelnen inhaltlichen Bestandteilen zu gehen, ohne daß der Benutzer den erwähnten „lost in hyperspace“-Effekt erlebt.

Außerdem ist es dem Benutzer nach Bedarf möglich, in einem Sachverzeichnis über Hypertext einzelne Begriffe nachzuschlagen, oder gar in vollständigen Stichwortverzeichnis aufgenommenen Regelwerken

den Quellennachweis für im CBT-Programm aufgestellte GMP-Forderungen zu erhalten. Dies ermöglicht eine bedarfsorientierte Wissensvermittlung, ohne den Benutzer mit Informationen zu überfrachten, die er im Moment nicht benötigt und die gesamthaft als Text-„Portion“ auch zu umfangreich wären [4]. Eine Informationsüberflutung im Sinne des Versuchs „Trinken aus dem Feuerwehrschlauch“ unterbleibt damit.

Übungsbeispiele und bewertete Testfragen, die am Bildschirm zu beantworten sind, runden den interaktiven Programmumfang ab [5, 6].

2.3.3. Erfolgskontrolle und -dokumentation

Im Sinne von GMP ist eine Trainingsmaßnahme ohne entsprechende Dokumentation wertlos. Daher wurde eine Datenbank („Course Management System“, CMS) erstellt, über die das eigentliche CBT-Programm vom Benutzer aufgerufen wird und in die die erzielten Ergebnisse aus bewerteten Fragen einerseits und der individuelle Fortschritt in der Programmbearbeitung andererseits zurückgegeben werden. Der Benutzer kann sich seine erzielten Ergeb-

nisse paßwortgeschützt jederzeit ansehen und ist somit über seinen Lernfortschritt stets orientiert. Die Datenbankapplikation zur Erfolgskontrolle und -dokumentation verfügt darüber hinaus über eine zweite Zugriffsebene, in der ein Administrator oder Trainer Stammdaten zu Benutzern und Themenmodulen pflegen kann. Von dort aus ist es auch möglich, nur einem bestimmten Personenkreis den Zugriff auf bestimmte Module zu erteilen, Auswertungen nach verschiedenen Kriterien vorzunehmen sowie benutzer- und themenbezogene Schulungsnachweise zu erstellen.

3. Informationstechnologische Aspekte der Programmentwicklung

3.1. Auswahlkriterien für die Entwicklungsumgebung

Im Sinne der Forderung nach einem Customizing des Programms sollten die entsprechenden betriebsspezifischen Programmbestandteile als Objekte in das Programm zu übernehmen sein. Als objektorientiertes Autorensystem wurde Multimedia Toolbook (Asymetrix Corp., Bellevue, WA, USA) als Entwicklungsumgebung ausgewählt. Dieses System bietet überdies den Vorteil, daß in einer Spezialversion zur Erstellung von CBT-Programmen eine Reihe fertiger Programmelemente als Objekte verfügbar sind, die spezifische CBT-Funktionalitäten bereitstellen (wie z. B. Multiple Choice-Fragen). Diese „Widgets“ genannten Objekte sind in ihrem Quellcode offengelegt, so daß Modifikationen zur Anpassung an besondere Bedürfnisse möglich werden.

Wenn es sich bei Multimedia Toolbook auch grundsätzlich um ein objektorientiertes Programmierwerkzeug handelt, so sind doch alle funktionalen Elemente über die integrierte Programmiersprache OpenScript einer klassischen prozeduralen Programmierung zugänglich.

So ist es auch möglich, auf klassische Windows-Funktionalitäten über die entsprechenden Systembibliotheken (sog. DLLs) zuzugreifen und das CBT-Programm in die Systemumgebung optimal zu integrieren oder mit anderen Windows-Komponenten (wie z. B. Datenbanken) zu verknüpfen. Als Systemumgebung wird daher Windows 95 oder Windows NT 4.0 erwartet, weil dort die entsprechenden Multimedia-Treiber (für Sound und Video) standardmäßig vorhanden sind.

Das oben erwähnte Course Management-System ist eine relationale

Zu den Autoren

Dr. Rango Dietrich erhielt nach dem Pharmaziestudium in Würzburg 1980 seine Approbation als Apotheker und wurde 1983 im Fach Pharmazeutische Technologie an der Universität Hamburg promoviert. Er leitet die Abteilung Pharmazeutische Entwicklung bei Byk Gulden in Konstanz.

Das während der Promotionszeit parallel betriebene Studium der Informatik hat ihm zahlreiche Impulse zu Fragen des Einsatzes von Informationstechnologie (IT) bei pharmazeutisch-technologischen Fragestellungen und im Zusammenhang mit GMP gegeben.

Univ.-Prof. Dr. phil. Detlev Leutner studierte Psychologie an der RWTH Aachen, wo er auch promoviert wurde und sich habilitierte. Nach Tätigkeit an der Universität Gießen hat er seit 1993 den Lehrstuhl für Instruktionspsychologie an der PH Erfurt inne. Hauptarbeitsgebiete: Lehr-, Lern- und Trainingsforschung, Einsatz und Gestaltung Computer-basierter Lehr- und Informationssysteme, Forschungs- und Evaluationsmethodik.

Dipl.-Psych. Roland Brünken hat an den Universitäten Trier, Düsseldorf und Aachen Psychologie studiert. Ab 1994 Mitarbeit in Forschungsprojekten und 1998 Promotion am Lehrstuhl für Instruktionspsychologie der PH Erfurt. Seit 1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Lehrstuhls mit Arbeitsgebieten Computer-basierte Lehrsysteme, benutzeradaptives Information Retrieval und Evaluation.

Dipl.-Psych. Beate Schrelber studierte Psychologie in Bielefeld und Aachen. Anschließend zweijährige Tätigkeit für eine internationale Personalberatung. Ab 1994 Stipendiatin und 1997 Promotion am Lehrstuhl für Instruktionspsychologie der PH Erfurt. Seit 1997 wissenschaftliche Mitarbeiterin des Lehrstuhls. Inhaltliche Arbeitsschwerpunkte: Selbstreguliertes Lernen, Lernstrategien, Computer-basierte Lehrsysteme, Evaluation.

Dr. Jochen Allwohn erhielt nach dem Pharmaziestudium 1984 seine Approbation als Apotheker und wurde 1988 promoviert. Nach Tätigkeiten als Labor- und später Kontrollleiter im Bayer-Konzern in Wuppertal und Leverkusen ist er heute Herstellungsleiter und Betriebsleiter Verpackung bei SME Bayer Bitterfeld GmbH. In dieser Eigenschaft ist er als Anwender an effizienten Trainingssystemen zur GMP-Mitarbeiterschulung interessiert.

Datenbank (Borland Paradox) einfacher Struktur, in der in üblichen 1 → n-Beziehungen Benutzerdaten und Themenmoduldaten gehalten werden.

Technisch ist es heutzutage möglich, Sounds aus den verschiedensten Quellen (Tonbandaufnahmen o. ä.) zu digitalisieren und als standardformatierte Dateien (*.WAV) zu integrieren. Gleiches gilt für Videosequenzen, die aus den verschiedensten analogen Formaten (VHS-C o. ä.) ebenfalls in Standard-Dateien (*.AVI) digitalisiert werden können. Gleichzeitig sind es diese beiden Dateitypen, die wesentlich die Hardware-Voraussetzungen bestimmen: beide benötigen sehr viel Platz auf der Festplatte und ein leistungsfähiges System (mind. Pentium 133 MHz), um diese multimedialen Elemente ohne Qualitätseinbußen wiedergeben zu können. Mittlerweile sind jedoch Personalcomputer mit den o. g. Ausstattungseigenschaften in der Bürokommunikationsumgebung weit verbreitet, so daß das beschriebene Programm nicht mehr auf externe Computer-Peripherie (z. B. Bildplattenlaufwerke oder Videorecorder) angewiesen ist.

3.2. Software-Ergonomie

Die Zielgruppe für diese Art eines CBT-Programms wird im Wesentlichen mit der GMP-mäßigen Produktionsumgebung vertraut sein. Daher kann nicht immer eingehendere Erfahrung im Umgang mit Personalcomputern erwartet werden. Zur Bedienung des Programms sollte daher entweder vorausgesetzt werden können, daß der Benutzer schon einmal in einer Windows-

Umgebung elementare Erfahrungen sammeln konnte (also beispielsweise weiß, wie man mit einer Maus umgeht), oder das Programm sollte soweit selbsterklärend sein, daß die Einarbeitung jedenfalls nicht wesentlich durch mangelnde Erfahrung im Umgang mit PCs erschwert wird. Andererseits sollte das Layout der Bildschirmhalte einheitlich, leicht verständlich und übersichtlich sein.

Diese Anforderungen wurden wie folgt umgesetzt (Abb. 1).

Oben am Bildschirmrand befinden sich die informativen Angaben zur Navigation durch das Programm wie Seiten- und Kapitelangaben. Am unteren Rand sind die Funktionsschaltflächen zusammengefaßt. Die Kapitelschaltflächen (Abb. 2) erfüllen mehrere Funktionen:

- Der Benutzer kann durch Anklicken dieser Schaltflächen mit der Maus an den jeweiligen Kapitelanfang springen.
- Kapitel, die noch nicht durchgearbeitet wurden, erscheinen als blaue Schaltflächen, solche, die bereits durchgearbeitet wurden, als grüne Schaltflächen.
- Das gerade in Arbeit befindliche Kapitel wird durch eine rote Kapitelnummer gekennzeichnet.

Rechts daneben befinden sich weitere Funktionsschaltflächen (Abb. 3), die folgende Funktionalitäten bereitstellen.

- 1) Aktueller Punktstand aus bewerteten Testfragen
- 2) Auswertung einer bewerteten Testfrage mit sog. qualifiziertem Feedback (d. h. die Reaktion des Programms beschränkt sich an dieser Stelle nicht auf „richtig“



Abb. 2: Kapitelschaltflächen.



Abb. 3: Funktionsschaltflächen.

oder „falsch“ sondern es gibt weitere Hinweise auf richtige Antworten oder Begründungen für andere Antworten)

- 3) Beenden des Programms
- 4) Ausdrucken des jeweils betrachteten Bildschirms auf dem Windows-Systemdrucker („screen-dump“)
- 5) Aufruf des „Navigationsbaums“ als Kapitelübersicht und Steuerungshilfe
- 6) Aufruf eines Fensters, in dem persönliche Notizen gemacht und (zur weiteren Bearbeitung mit anderen Programmen) abgespeichert werden können
- 7) Aufruf des umfangreichen kontextsensitiven Stichwortverzeichnisses
- 8) Seitensteuerung (vor und zurück)
- 9) Zurück zur zuletzt angesehenen Seite

4. Einsatz des Programms unter Realbedingungen

In GMP-regulierten Umgebungen wird im Zusammenhang mit der Validierung von Computer-Anwendungen vom SDLC (System Development Life Cycle) gesprochen. Ähnlich dem SDLC existieren im CBT-Umfeld sog. „Instruktions-Design-Modelle“.

Nach [7] könnte ein solches Modell folgendermaßen aussehen (Abb. 4) (s. a. [8]).

Nach einer Bedarfsanalyse folgt das Design des Programms. Dieses wird bereits einer ersten Evaluation unterworfen, deren Ergebnis in der Produktion umgesetzt wird. Nach der Implementation erfolgt wiederum eine Evaluation, deren Ergebnis in Folgeversionen umgesetzt wird. Auf diese Weise fließen die Ergebnisse der Evaluationsschritte in das Design des Programms ein, das sich damit iterativ und strukturiert den Vorstellungen des Benutzers nähert.

Formative Evaluationen [8] sind so ausgelegt, daß deren Ergebnisse in das Programmkonzept (der „Lifecycle“) wieder einfließen, so daß es

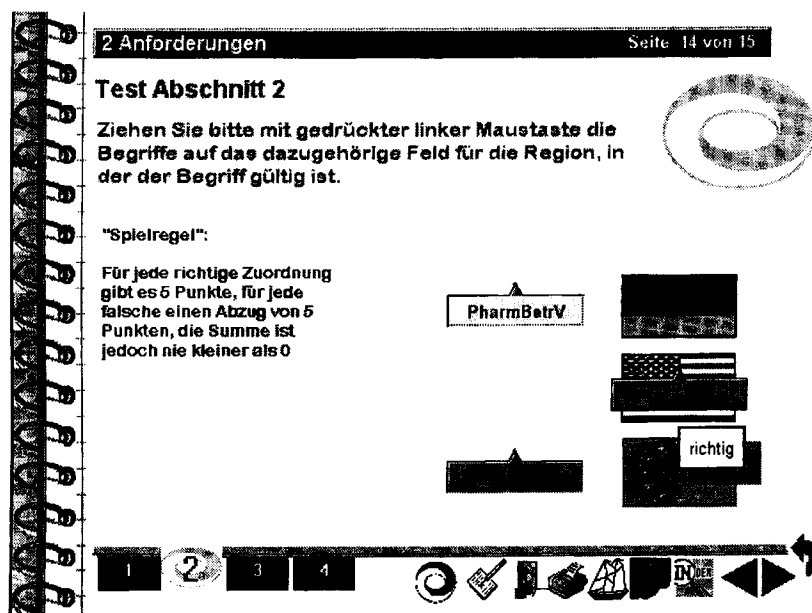


Abb. 1: Beispieldarstellung.

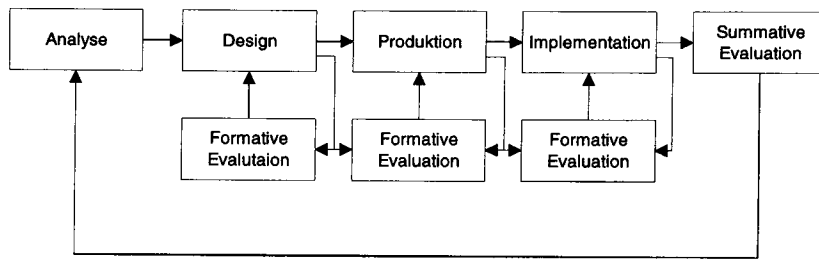


Abb. 4: Instruktions-Design-Modell.

ständig weiter entwickelt werden kann. Eine *summative* Evaluation würde einen statischen Zustand beschreiben, ohne daß das Ergebnis dynamisch umgesetzt würde.

Im Sinne der oben beschriebenen formativen Evaluation wurde eine erste Beta-Version (Vor-Version) des Programms im Hinblick auf die drei am wichtigsten erscheinenden Kriterien systematisch untersucht:

- Software-Qualität
- Die Akzeptanz durch den Benutzer
- Die Fähigkeit, Wissen zu vermitteln (Lehrfähigkeitsnachweis)

Die Kriterien wurden dabei durch die befragten Benutzer jeweils mit einer Bewertung von 1 = sehr schlecht, 2 = schlecht, 3 = gut, 4 = sehr gut versehen.

4.1. Software-Qualität

Eine ausreichende Software-Qualität stellt eine grundlegende Voraussetzung für die Akzeptanz des Programms durch die Benutzer dar. Daher wurde im Rahmen der Untersuchung die Qualität der folgenden Aspekte erfaßt (Abb. 5):

- Allgemeine Funktionskomponenten
- Hilfefunktionen
- Navigationsfunktionen
- Textgestaltung
- Visualisierungen

Es zeigte sich, daß alle untersuchten Kriterien als gut bis sehr gut realisiert bewertet wurden. Bei der Beobachtung der Probanden wurde diese Bewertung durch die Einschätzung gestützt, daß der Lerner sein Lerntempo weitgehend selbst bestimmen kann („lernergesteuertes“ Durcharbeiten), das Programm ihn somit in dieser Beziehung nicht „bevormundet“. Hilfe erfährt der lernende Mitarbeiter u. a. durch ein umfangreiches Stichwortverzeichnis, das „kontextsensitiv“ zu zahlreichen Stichworten nähere Erläuterungen gibt. Der Benutzer hat die Möglichkeit, mit geringem Aufwand an beliebige Stellen des Programms zu springen (z. B. um Einzelheiten nochmals zu wiederholen).

4.2. Akzeptanztest

Für den Akzeptanztest wurden 18 Probanden aus den Bereichen kaufmännische Tätigkeit, technische Tätigkeiten, EDV, Azubi, Dokumentation und Labor ausgewählt und zu den verschiedenen Beurteilungskriterien für die Akzeptanz des Systems strukturiert befragt. Es konnten Beurteilungen zwischen 1 (sehr schlecht) und 4 (sehr gut) abgegeben werden (Abb. 6).

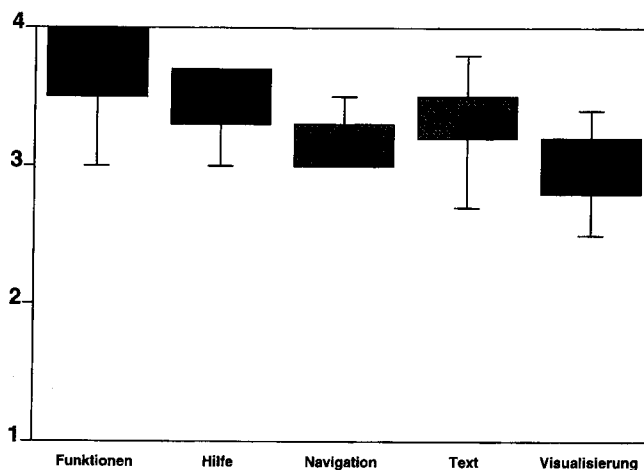


Abb. 5: Bewertung der Software-Qualität.

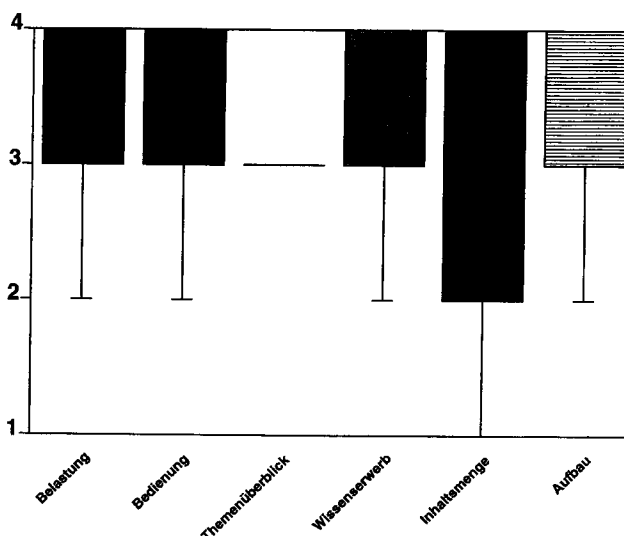


Abb. 6: Bewertung der Akzeptanz.

In den Bereichen „Belastung des Lernenden“, „Programmbedienung“, „Themenüberblick“, „Wissenserwerb“ und „Aufbau“ wurden gute (3) bis sehr gute (4) Werte erzielt, lediglich beim Bereich „Inhaltsmenge“ wurde eine größere Varianz in der Beurteilung erreicht. Dies dürfte auf die heterogene Zusammensetzung der Gruppe zurückzuführen sein, deren Mitglieder auch aus Nicht-GMP-Bereichen kamen. 80 % der Probanden würden das Programm einem Kollegen oder Freund weiterempfehlen.

Weiterhin wurden die Mitarbeiter gebeten, die in Abb. 7 aufgeführten Kriterien für ein Lernprogramm dahingehend zu beurteilen,

- inwieweit sie diese Kriterien grundsätzlich beim Lernen am Computer für wichtig halten und
- inwieweit diese Kriterien in dem vorliegenden Lernprogramm berücksichtigt wurden:

- Angabe von Lehrzielen
- Ansprechende Darstellung

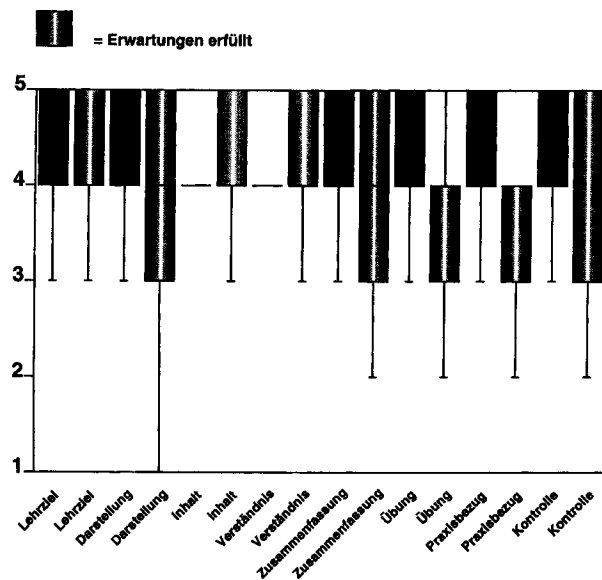


Abb. 7: Erwartete Programmeigenschaften und Bewertung der Realisierung.

- Vermittlung aller wichtigen Inhalte
- Verständliche Vermittlung der Inhalte
- Zusammenfassung von Inhalten
- Übungsaufgaben
- Bezug der Inhalte zum Arbeitsplatz
- Kontrolle des eigenen Lernerfolgs

Bei allen Kriterien unterschied sich die Bewertung für die Realisierung der Programmfunktionen nur geringfügig von den Erwartungen, d. h. das Programm erfüllt in hohem Maße die Erwartungen der Benutzer.

Lediglich zum Kriterium „Verständnis“, „Übung“ und „Praxisbezug“ wünschten sich die Mitarbeiter eine etwas deutlichere Hervorhebung.

Im Sinne der hier vorgenommenen formativen Evaluation konnten diese Wünsche inzwischen umgesetzt werden:

- „Verständnis“ wurde durch Umgestaltung der eingebauten Fragen verbessert
- „Übung“ wurde durch mehr Übungsfragen gefördert
- „Praxisbezug“ wurde durch noch stärkere Integration von betriebs-spezifischen Bestandteilen wie Bildern, Videos, SOPs verstärkt.

4.3. Lehrfähigkeitsnachweis

Um den Lehrfähigkeitsnachweis für das CBT-Programm erbringen zu können, wurde ein sog. Lehrziel-orientierter Test (LOT) entwickelt und ein Lehr-Lern-Experiment durchgeführt. Dazu wurden 36 Probanden aus verschiedenen produktionsnahen Bereichen der Bayer Bit-terfeld GmbH ausgewählt. Alle Pro-

banden hatten eine grundlegende GMP-Schulung in Form eines In-house-Seminars desselben externen Anbieters erhalten. Es konnten somit die gleichen GMP-Grundkenntnisse bei allen beteiligten Probanden vorausgesetzt werden. Je 18 Probanden wurden zufällig einer Kontrollgruppe und einer Experimentalgruppe zugeteilt. Die Experimentalgruppe erhielt Gelegenheit, das CBT-Modul zum Thema „Dokumentation“ durchzuarbeiten. Anschließend wurde Wissen zum Thema „Dokumentation“ strukturiert in Form von 20 Multiple-Choice-Fragen abgefragt. Die richtige Beantwortung einer Frage wurde mit einem Punkt bewertet, falsch oder nicht bearbeitete Fragen wurden nicht bewertet (Min = 0, Max = 20 Punkte) (Tab. 1).

Die erzielten Ergebnisse wurden mit dem nichtparametrischen statistischen Verfahren des Mann-Whitney/Wilcoxon Rangsummentests ausgewertet (Tab. 2).

Die Experimentalgruppe zeigte dabei einen hochsignifikant ($p < 0,001$) besseren Wissensstand als die Kontrollgruppe.

Damit kann die Lehrfähigkeit des Programms als nachgewiesen angesehen werden.

5. Zusammenfassung

Es konnte anhand der Umsetzung der vorher beschriebenen Design-Überlegungen gezeigt werden, daß ein CBT-Programm eine ernsthafte Alternative zu herkömmlichen Trainingsmaßnahmen im GMP-Umfeld darstellen kann.

Bei einem Design, das den derzeitigen Kenntnisstand auf dem instruk-

Tabelle 1

Gruppe	n	x	s
Gesamt	36	14,14	2,83
Experimentalgruppe	18	15,78	2,26
Kontrollgruppe	18	12,50	2,38

Tabelle 2

Gruppe	n	Mean rank	Rangsumme
Experimentalgruppe	18	24,78	446,0
Kontrollgruppe	18	12,22	220,0

tionspsychologischen Gebiet einerseits und die Benutzererwartungen andererseits berücksichtigt, kann sowohl die Akzeptanz des Programms durch die Benutzer als auch seine grundsätzliche Lehrfähigkeit nachgewiesen werden.

Wird diese Erkenntnis im Zusammenhang mit der Feststellung gesehen, daß die Lernzeit bei Computer-gestütztem Lernen deutlich geringer als bei herkömmlichem Unterricht ist [9], und berücksichtigt man, daß die Kosten für ein Computer-gestütztes Training geringer sind als bei herkömmlichen Schulungsmaßnahmen [10], ist es erstaunlich, daß CBT als Trainingsmethode im GMP-Umfeld noch keine weitere Verbreitung gefunden hat.

6. Literatur

- [1] Dietrich, R., Pharm. Ind. 59 (11), 941 (1997) – [2] Schmetz, A., Maas, A., Schrätzenstaller-Rauch, B., Pharm. Ind. 59 (6), 476 (1997) – [3] Mittag, H.-J., Qualitätszeitschrift 42 (4), 483 (1997) – [4] Weiss, E., Performance & Instruction 33 (2), 3 (1994) – [5] Nungester, R. J., Duchastal, P. C., Journal of Educational Psychology 74 (1), 18 (1982) – [6] Haack, J., Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia, in: L. J. Issing, P. Klimsa (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia, 2. Aufl., Psychologie, Verlags Union, Weinheim (1997) – [7] Pfeifer, T., Leutner, D., Qualitätsmanagement multimedial vermitteln, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz computerbasierter Lernmedien, Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1997) – [8] Issing, L. J., Instruktionsdesign für Multimedia, in: L. J. Issing, P. Klimsa (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia, 2. Aufl., Psychologie, Verlags Union, Weinheim (1997) – [9] Niegemann, H. M., Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung, Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt (1995) – [10] Knight, A., Software Magazine 8 (15), 63 (1988)

Korrespondenz: Dr. Rango Dietrich, Im Tiergarten 16, D-78465 Konstanz

