

# Zur computerbasierten Schulung von Anlagenfahrern in der Chemischen Industrie

## On Computer-based Training of Operators in the Chemical Industries

Andreas Kroll und Marina Nußko

---

Der Einsatz von Computer-based Training (CBT) gewinnt an praktischer Bedeutung. Neben Fortschritten in der Informationstechnologie liegt dies daran, dass CBT Unternehmen helfen kann, geänderte Qualifikationsziele im Kontext eines gewandelten Arbeits-, Aufgaben- und Gesellschaftsumfeldes mit begrenzten Mitteln zu erreichen. Der Beitrag geht auf die Besonderheiten der Zielgruppe der Anlagenfahrer in der Chemischen Industrie ein. Ihre Arbeit hat sich insbesondere durch die Fortschritte in der Prozessautomatisierung grundlegend verändert. In der Zielgruppen- und Bedarfsanalyse werden Ergebnisse zweier deutschlandweiter Umfragen vorgestellt. Das verfügbare Angebot wird durch einige Produktbeispiele illustriert.

Computer-based training (CBT) gains importance in practice. Besides advances in information technology, this is due to that CBT can support businesses to meet altered qualification targets with limited resources. Staff qualification has to match the changes in jobs, tasks, and life-style. This contribution addresses the particular situation regarding qualification of operators of chemical plants. Their job has changed significantly, which is particularly due to progress in process automation. The results of two German surveys are presented within the user profiling and the need analysis. Selected CBT products illustrate the available offerings.

**Schlagwörter:** Computer-based Training, CBT, computerunterstütztes Lernen, Anlagenfahrer, Chemische Industrie

**Keywords:** Computer-based training, CBT, e-learning, operator, chemical industry

---

## 1 Einführung

Die Anforderungen an das Bedienpersonal von Anlagen der Chemischen Industrie und deren Aufgaben haben sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Fortschritte in der Prozessautomatisierung haben hierzu wesentlich beigetragen. Der Einsatz von Computer-based Training (CBT) zur zeitgemäßen Deckung des resultierenden Qualifikationsbedarfs wird zunehmend interessanter. Unter CBT (Zusammenstellung aller verwendeten Abkürzungen am Ende des Beitrags) werden in diesem Beitrag Programme zum Selbststudium verstanden.

Der vorliegende Beitrag fasst den in zwei Umfragen ermittelten Stand des Einsatzes und des Bedarfs zusammen.

Der Fokus liegt auf der Situation in Deutschland. Zur Illustration des Stands der Technik werden einige kommerziell verfügbare Angebote skizziert.

Der Anstieg des Automatisierungsgrades von Anlagen hat wesentlich zu geänderten Arbeitsbedingungen beigetragen: In den 80er-Jahren konnte ein Trend zur Hochautomatisierung von Anlagen beobachtet werden; der Bediener wurde in eine Nebenrolle gedrängt. Die Erkenntnis, dass beide, Menschen und Computer, bestimmte Stärken und Schwächen haben, führte in den 90er-Jahren zu einer stärkeren Einbindung der Bediener in die Automatisierungskonzepte. Ungefähr 1990 wurde die bis dahin am technologisch Machbaren orientierte Entwicklung durch eine an den Systemkosten orientierte abgelöst. Kontinuierlich

ist der Trend, dass eine abnehmende Anzahl von Anlagenbedienern einem wachsenden Verantwortungsbereich gegenübersteht.

Mit fortschreitendem Grad der Anlagenautomatisierung und des Einsatzes von Informationstechnologie (IT) in der Produktion hat sich eine Verschiebung der zentralen Aufgaben der Anlagenfahrer von operativ in Richtung Überwachung, Optimierung, Problemdiagnose und Management vollzogen [1]. Bild 1 skizziert einige Meilensteine der automatisierungstechnisch getriebenen Entwicklung der Mensch-System-Interaktion (aufbauend auf [2–8]). Einerseits die Verbesserung der Mensch-System-Interaktion unter Beachtung ergonomischer Aspekte und andererseits der Ausbau der Qualifikation des Bedienpersonals sind wichtige Ansatzpunkte, um auf diese Änderungen zu reagieren. Dieser Beitrag befasst sich mit Letzterem.

Die geänderte Rolle der Anlagenfahrer hat zu einer wachsenden Bedeutung von Wissen („Know-why“) neben den Fertigkeiten („Know-how“) geführt. In einer Umfrage bei Mitsui Chemicals wurde bereits ein knappes Drittel der Themen, die technisch an neue Anlagenbediener weiterzugeben sind, als Know-why klassifiziert [9]. Die Rasanz des technischen Wandels führt zur häufig genannten Forderung nach „lebenslangem Lernen“ – auch eine gute berufliche Erstqualifikation reicht nicht für das gesamte Arbeitsleben aus. Hinzu kommt die wachsende Bedeutung von IT-Wissen. Dessen Halbwertszeit weist jedoch nur ein Drittel des Technologie- oder ein Fünftel des Berufswissens auf [10]. Der IT-Fortschritt hat aber nicht nur zu großen Fortschritten in der Anlagenautomatisierung ge-

führt. Er hat auch das CBT in der Praxis voran getrieben. So entstand eine unübersichtliche Angebots- und Methodensituation, wie schon durch die Vielfalt der verwendeten Begriffe deutlich wird (Tabelle 1)<sup>1</sup>.

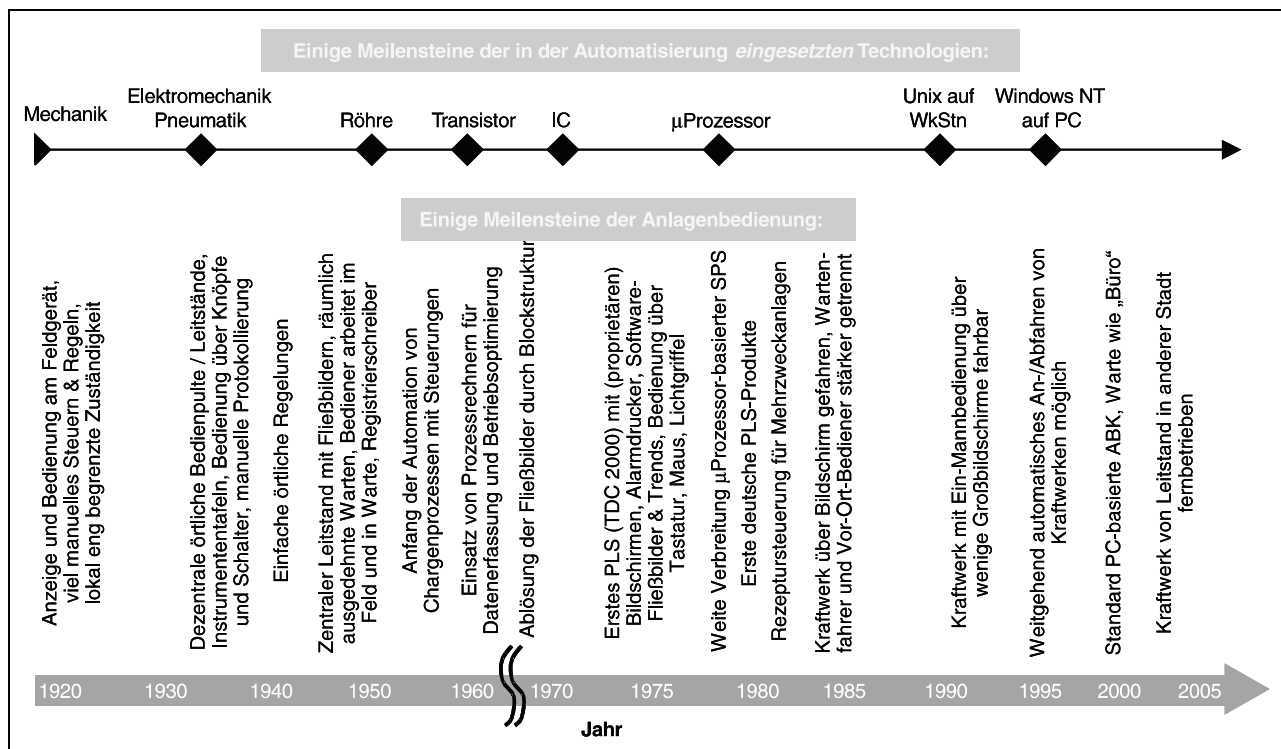
In diesem Beitrag wird die Frage behandelt, welche Rolle CBT bei der Aus- und Weiterbildung von Anlagenfahrern<sup>2</sup> hat und haben könnte. Traditionell dominieren hier Frontalunterricht und praktische Übungen. CBT ist in Form von Operator-Trainingssimulation (OTS) für kontinuierliche Anlagen mit großem Durchsatz seit langem im Einsatz: So ergab eine weltweite Umfrage, dass in etwa jeder zweiten Ethylenanlage OTS eingesetzt wird [11].

Das Interesse an CBT für Anlagenfahrer ist in den letzten Jahren gewachsen. Ein Anzeichen dafür ist das Thema „E-Learning in der Ausbildung – Gedanken, Methoden und Möglichkeiten“ des letzten Ausbilderwettbewerbs der Chemischen Industrie in 2002 [12]. Allerdings ist das CBT-Angebot unterschiedlich und unübersichtlich (siehe Abschnitt 5): Es umfasst z. B. günstige Standard-CBT-Programme, Werkzeuge und Dienstleistungen für kundenspezifische CBT-Entwicklungen sowie OTS. Auch werden Schulungsdienste über das Internet, CD-ROMs oder Intranetinstallationen angeboten.

Eine weitere Motivation, gerade *heute* einen breiteren Einsatz von CBT zu diskutieren, ist dadurch gegeben, dass

<sup>1</sup> Es ist zu beachten, dass das englische Wort „Training“ im Deutschen auch „Übung“, „Schulung“ und „Ausbildung“ bedeutet.

<sup>2</sup> Im Sinne einfacher Lesbarkeit wird im Artikel nicht zwischen weiblicher und männlicher Form unterschieden, sondern vereinfachend nur die männliche Form verwendet.



**Bild 1:** Einige Meilensteine der Prozessautomatisierung im Hinblick auf Arbeitsumfeld und Aufgaben von Anlagenfahrern in den Prozess- und Energieindustrien.

**Tabelle 1:** Beispiele aus dem Begriffsumfeld für computerunterstütztes Lernen<sup>3</sup>.

Begriff	Abk.	Begriff	Abk.	Begriff	Abk.
Computer-aided Instruction	CAI	Computerunterstütztes Lernen	CUL	Interactive Learning Environments	ILE
Computer-aided Learning	CAL	Computerunterstützter Unterricht	CUU	Lernprogramme	
Computer-aided Teaching	CAT	Courseware		Multimedia	
Computer-based Instruction	CBI	Distance Learning		TeleLernen / TeleLearning	
Computer-based Learning	CBL	Edutainment		TeleTeaching	
Computer-based Training	CBT	E-Learning		Teachware	
Computer-enriched Instruction	CEI	Intelligent Computer-aided Instruction	ICAI	Web-based Learning	WBL
Computer-managed Instruction	CMI	Intelligente tutorielle Systeme	ITS	Web-based Training	WBT

sich PC- und Internetnutzung in den letzten Jahren von Nischenaktivitäten zum Alltag der Mehrheit der Bevölkerung entwickelt haben: Von 1995 bis 2000 stieg der Anteil der deutschen Haushalte mit PC von 23% auf 54%. Der Anteil der Personen, die das Internet nutzen, stieg zwischen 1997 und 2002 bei den Auszubildenden von 15% auf 81% und bei den Berufstätigen von 9% auf 59% [13].

Aktuell ist eine große Menge methodenorientierter Fachliteratur zu CBT verfügbar, z. B. [14–18]. Allerdings unterscheiden sich Anlagenfahrer deutlich von anderen Zielgruppen wie Studenten oder Angestellten (bezüglich Vorbildung, Motivation, selbständigem Arbeiten usw.). Auch sind die relevanten Themen sehr speziell. Deshalb erscheint eine zielgruppenorientierte Betrachtung wünschenswert. Hierzu wurden u. a. zwei fragebogenbasierte Umfragen in Deutschland durchgeführt.

Dieser Beitrag gibt einen Überblick zur Situation in diesem nur spärlich diskutierten Bereich. Dabei wird das Thema OTS ausgespart, es sei auf die aktuellen Übersichten in [19;20] verwiesen. Der Beitrag richtet sich an Ausbilder, Entwickler und Nutzer von Schulungssystemen für Anlagenfahrer in der Chemischen Industrie sowie an Entscheidungsträger im zuständigen Management. Der Fokus liegt auf Systemen für das Selbststudium.

Im Abschnitt 2 werden die Recherchemethoden erläutert. Die Zielgruppe der Anlagenfahrer wird im Abschnitt 3 profiliert. Abschnitt 4 analysiert den Bedarf an CBT. Abschnitt 5 diskutiert das Angebot und einige Beispiele. Nach der Beschreibung von Trends in Abschnitt 6 schließt der Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2 Umfragen

Zur Zielgruppenanalyse und zur Ermittlung des Status-Quo der Aus- und Weiterbildungspraxis sowie des Bedarfs an CBT wurden im Rahmen von Diplomarbeiten zwei Fragebogenaktionen durchgeführt.

<sup>3</sup> Manchmal wird statt „aided“ „assisted“ und statt „enriched“ „enhanced“ verwendet.

### 2.1 Erste Umfrage (U1)

„U1“ diente der qualitativen Sammlung von Informationen und Anregungen aus verschiedenen Blickwinkeln für den Entwurf eines CBT-Prototyps. Deshalb wurde im Gegensatz zu U2 ein breiteres Spektrum an Adressaten angesprochen. Der verwendete Fragebogen bestand aus 35 vorwiegend offenen Fragen. Von den 40 Angeschriebenen kamen 10 Rückmeldungen: von Ausbildern von Anlagenfahrern (5), Entwicklern von CBT-Kursen (1), Prozesslizenzen (2) und Universitätsprofessoren (2).

### 2.2 Zweite Umfrage (U2)

U2 baute auf den Ergebnissen von U1 auf und diente der Erstellung eines quantitativen Überblicks. Dazu fanden 30 vorwiegend geschlossene Fragen (Multiple-Choice) Verwendung. Von etwa 120 Angeschriebenen kamen 22 Rückmeldungen. Die Teilnehmer lassen sich vorwiegend dem Bereich Aus- und Weiterbildung in produzierenden Unternehmen der Chemischen Industrie zuordnen.

Die am häufigsten genannten Zuständigkeiten der Teilnehmer sind: eine leitende Funktion in der Aus- und Weiterbildung (41%), Ausbilder (23%) und Referenten- oder Sachbearbeiterstellen in den Bereichen Aus-/Weiterbildung oder Personal (18%). Die Mehrzahl der Teilnehmer (82%) besetzte Führungspositionen. 73% der Teilnehmer wählten bei den Aufgaben ihres Geschäftsbereichs die interne und 36% die externe Aus- und Weiterbildung (Mehrfachnennungen möglich).

Angemerkt sei, dass es verschiedene Angebote zur „externen“ Ausbildung gibt: Einige produzierende Unternehmen haben sich (regional) zu Verbänden zusammengeschlossen, in denen die betriebliche Ausbildung z. B. nur in einem Betrieb durchgeführt wird. Betreibergesellschaften von Industrieparks bieten die Aus- und Weiterbildung als Dienstleistung an. Zudem gibt es auf Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen spezialisierte Firmen.

### 2.3 Aufbereitung der Daten

Nicht alle Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt. Deshalb wird im Folgenden der Stichprobenumfang pro Frage

angegeben. In den Fällen, in denen Mehrfachnennungen zulässig waren, ist dies vermerkt. Die maximalen Stichprobenumfänge von U1 mit 10 und von U2 mit 22 sind klein. Deshalb sollten die Ergebnisse qualitativ und trendaufzeigend verstanden werden.

### 3 Profilierung der Zielgruppe „Anlagenfahrer“

Im Folgenden wird die Zielgruppe der Anlagenfahrer beschrieben, um zielgruppenspezifische Anforderungen ableiten zu können.

#### 3.1 Aufgaben

Die Aufgaben von Anlagenfahrern lassen sich wie folgt beschreiben [21]: „Anlagenfahrer sind für die Herstellung, Aufbereitung und Verarbeitung chemischer Stoffe zuständig. Ihre Aufgaben umfassen die Bedienung und Überwachung von Produktionsanlagen mithilfe der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, die Durchführung von Maßnahmen zur Wartung und vorbeugenden Instandhaltung eingesetzter Geräte und Anlagen sowie chemisch-technische Arbeiten und die prozessbegleitende Bestimmung von Stoffkonstanten und Stoffeigenschaften“. Die personenbezogenen Aufgaben hängen in der Praxis von Faktoren wie betrieblicher Organisationsstruktur, Betriebsart des Prozesses (z. B. Konti- oder Batch-Prozess), dem Automatisierungsgrad u. a. m. ab.

#### 3.2 Arbeitsumfeld

17 der Teilnehmer (U2) gaben an, dass ihr Unternehmen im Bereich „Chemie“ tätig sei, 7 wählten „Pharmazie“, zwei „Öl und Gas“ und einer „Nahrung und Genussmittel“ (Mehrfachnennungen möglich).

Die Anzahl der in der Niederlassung/im Werk beschäftigten Anlagenfahrer variierte zwischen 8 und 5000 mit einem Median<sup>4</sup> von 200 (U2, 17 Antworten). Zusammengerechnet arbeiten in den Werken/Niederlassungen der Umfrageteilnehmer etwa 11 000 Anlagenfahrer. In Deutschland arbeiten insgesamt etwa 25 000 Anlagenfahrer<sup>5</sup>.

Die Fluktuationsrate variiert zwischen 1% bis 10% der Anlagenfahrer pro Jahr mit einem Median von 5% (U2, 10 Antworten). Sie gibt einen Hinweis auf erforderliche Qualifikationsmaßnahmen aufgrund von Personalzugang.

Betrachtet man die Betriebsart, so gab jeweils etwa ein Viertel der Teilnehmer an, dass die in seinem Bereich arbeitenden Anlagenfahrer mit Batch-Prozessen, Konti-Prozessen, Batch- und Konti-Prozessen oder mit Batch-, Konti- und Semi-Batch-Prozessen arbeiten (U2, 22 Antworten, Bild 2).

<sup>4</sup> Der Median ist derjenige Wert in der nach Größe geordneten Reihe, der die Reihe halbiert. Er ist in Fällen weniger Beobachtungen, asymmetrischer Verteilungen, bei Ausreißerverdacht und bei ordinalskalierten Daten angebracht [23]. Deshalb wird hier der Median und nicht der arithmetische Mittelwert verwendet.

<sup>5</sup> Persönliche Auskunft von H.G. Glass, BAVC, Wiesbaden, 2003.

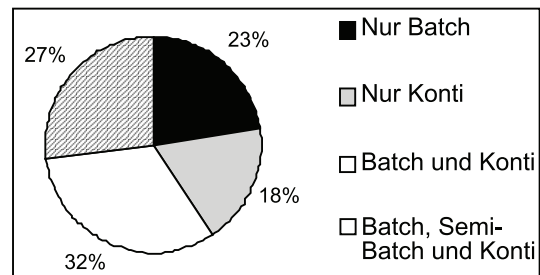


Bild 2: Tätigkeit der Anlagenfahrer nach Betriebsart der Anlage (U2).

#### 3.3 Ausbildung

Von den befragten Unternehmen gaben 80% an, dass die Anlagenfahrer eine Berufsausbildung als Chemikanten besäßen (U2, 20 Antworten). In einem Fall wurden zusätzlich Pharmakanten eingesetzt. Die anderen Anlagenfahrer seien angelernt. Deren Vorbildung ist unterschiedlich, oft liegt aber eine Ausbildung in einem anderen technischen Beruf vor. Zur geringen Zahl der Pharmakanten ist zu bemerken, dass der Fokus der Umfrage im Bereich der Chemischen Industrie lag, sodass nur etwa ein Drittel der teilnehmenden Unternehmen angab, (auch) im Bereich Pharmazie zu arbeiten. Zudem werden in Deutschland deutlich mehr Chemikanten als Pharmakanten ausgebildet – 1999 etwa 10 mal mehr [21].

Die Ausbildung zum Chemikanten ist staatlich geregelt. Die letzte Änderung der Verordnung erfolgte am 1.8.2001 [24]. Die Ausbildung dauert 3,5 Jahre und wird von Berufsschule und Ausbildungsbetrieb gemeinsam durchgeführt („duales System“). Zu den Ausbildungsinhalten zählen naturwissenschaftlich-technische Grundlagen, Produktions- und Arbeitsabläufe sowie Labore. Details und Unterrichtsmethoden werden von Berufsschulen und Betrieben festgelegt. Etwa 1800 Personen beginnen in Deutschland jährlich die Ausbildung zum Chemikanten.

#### 3.4 Weiterbildung

Die Weiterbildung von Anlagenfahrern ist nicht gesetzlich geregelt und obliegt den Betrieben. Im Median wird jeder Anlagenfahrer knapp fünf Tage pro Jahr weitergebildet. Minimal wurde ein Tag, maximal wurden 15 Tage pro Jahr genannt (U2, 11 Antworten).

Die Weiterbildung wird bei 86% der Befragten durch die Ausbildungsabteilung des Unternehmens vorgenommen, in 36% durch ein externes Ausbildungsunternehmen. 14% merkten zusätzlich an, dass die Ausbildung durch Anlagen-/Maschinenhersteller erfolge (U2, 22 Antworten, Mehrfachnennungen möglich).

Bei 95% der befragten Unternehmen findet die Weiterbildung im Werk statt. 27% gaben an, die Weiterbildung finde nahe beim Werk (< 25 km Entfernung) statt, 18% wählten weiter entfernt (> 25 km) (U2, 21 Antworten, Mehrfachnennungen möglich).

Beim Einsatz dominieren klar die klassischen Formen des praktischen Trainings vor Ort (79%) und des lehrergeführ-

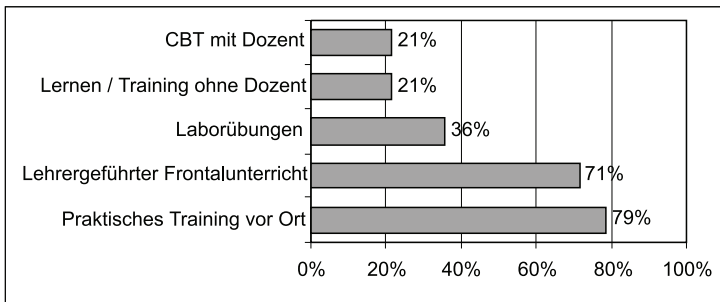


Bild 3: Einsatz von Schulungsformen in der Weiterbildung (U2)<sup>6</sup>.

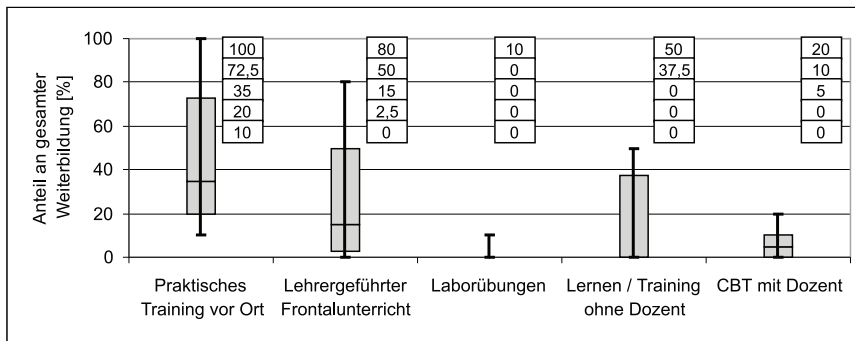


Bild 4: Anteile verschiedener Lern-Lehrmethoden in der Weiterbildung von Anlagenfahrern (U2).

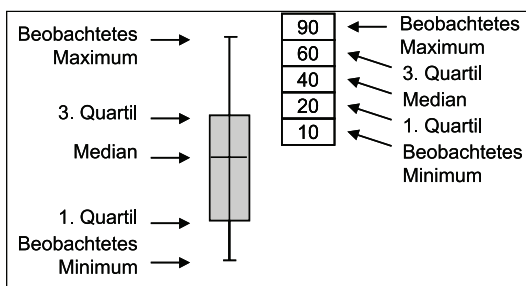


Bild 5: Verwendete Form der Box-und-Whisker-Gratik.

ten Frontalunterrichts (71%) (U2, 14 Antworten, Bild 3). Allerdings gaben bei einer anderen Frage 45% der 22 Teilnehmer an, sie setzten CBT oder OTS für Anlagenfahrer ein<sup>7</sup>.

In 21% der Fälle wird als einzige Methode „praktisches Training vor Ort“ eingesetzt, sonst finden immer mehrere Methoden Verwendung. Der Methodenmix ist in den sechs Fällen mit quantitativen Angaben sehr unterschiedlich, siehe Bild 4. Bild 5 erläutert Box-und-Whiskers-Gratiken.

### 3.5 Soziodemographisches und Vorkenntnisse

Der Altersdurchschnitt der Ausbildungsanfänger „Chemikant“ lag 1999 bei 18,4 Jahren. 71% aller Ausbildungsanfänger im Jahr 1999 hatte ein Alter von 16–18 Jahren [21].

<sup>6</sup> Die Frage nach den Anteilen verschiedener Schulungsmethoden wurde von 6 Teilnehmern mit Zahlenwerten und von weiteren 8 durch Ankreuzen beantwortet (Mehrfachnennungen bei Kreuzen möglich). Kriterium für den „Methodeneinsatz“ ist ein Anteil  $\geq 10\%$  oder Ankreuzen der Methode.

<sup>7</sup> Es sei bemerkt, dass bei 40% der Fragebögen die Möglichkeit einer anderen Interpretation durch die Teilnehmer besteht: Da bei der Folgefrage nach eingesetzten Produkten z. B. PLS genannt wurde, kann es sein, dass bereits die Schulung am PLS als CBT verstanden wurde.

<sup>8</sup> „Andere“ fasst Berufsgrundbildungsjahr, -fachschule und -vorbereitungsjahr zusammen.

Knapp die Hälfte der praktizierenden Anlagenfahrer ist 30–39 Jahre alt, jeweils etwa ein Viertel ist jünger als 30 oder 40–49 Jahre alt (U2, 10 Antworten, Bild 6). Etwa 12% der Chemikanten sind weiblich [21].

Die Berufsschulabgänger (Chemikanten oder Pharmakanten) haben häufiger einen höheren Schulabschluss als die

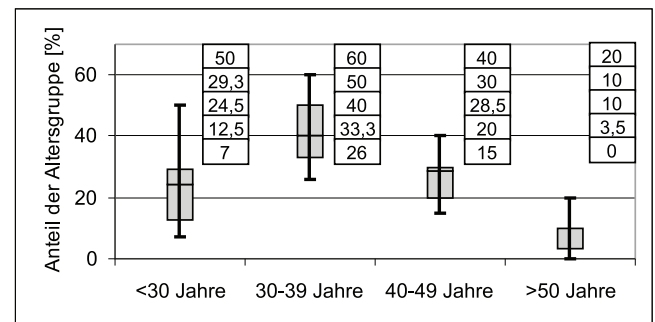


Bild 6: Altersverteilung von Anlagenfahrern (U2).

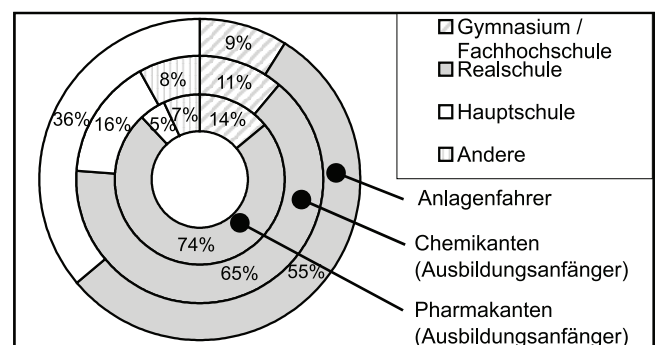
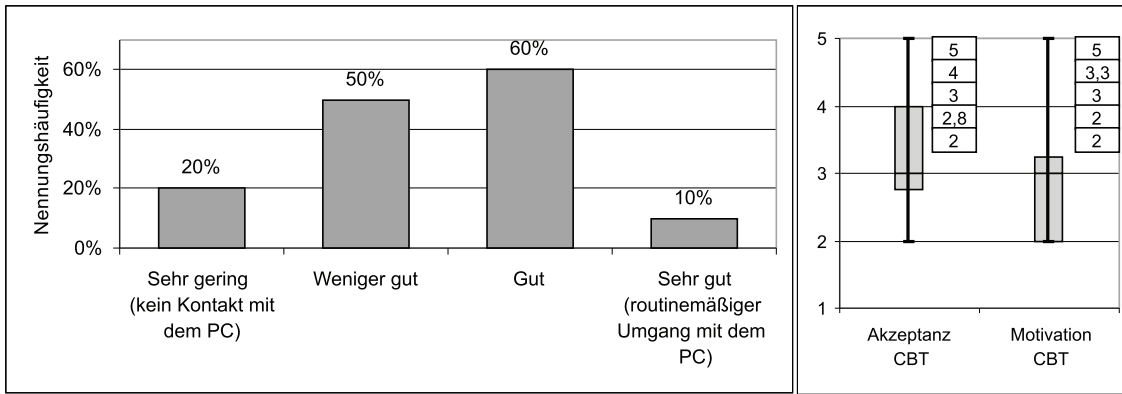


Bild 7: Schulische Vorbildung bei Ausbildungsanfängern [21] und bei Anlagenfahrern (U2)<sup>8</sup>.





**Bild 8:** PC-Kenntnisse von Anlagenfahrern (U2, links, Häufigkeit der Nennung, Mehrfachnennungen möglich), Akzeptanz von CBT und Motivation zu eigenständigem, arbeitsbegleitendem CBT bei Anlagenfahrern (U1, rechts, 1 = „sehr gering“, 5 = „sehr hoch“).

berufstätigen Anlagenfahrer (U2, Bild 7): 76% der Berufsschulabsolventen „Chemikant“ haben einen Real- oder Gymnasialabschluss, hingegen nur 64% der Anlagenfahrer in den befragten Unternehmen. Bemerkte sei, dass nicht jeder Anlagenfahrer eine Ausbildung als Chemikant oder Pharmakant durchlaufen hat, siehe Abschnitt 3.3.

Die PC-Kenntnisse von 65% der Anlagenfahrer werden als gut oder sehr gut eingestuft. 20% haben sehr geringe Kenntnisse (U2, 20 Antworten, Bild 8). Die Akzeptanz eines verstärkten Einsatzes von CBT in der Aus- und Weiterbildung wurde zwischen „mittel“ und „hoch“, die Motivation zu eigenständigem, arbeitsbegleitendem CBT nur zwischen „gering“ und „mittel“ bewertet (U1, 8 Antworten, Bild 8). Es ist mit einer extrinsisch motivierten Zielgruppe zu rechnen. Das bedeutet, Anlagenfahrer lernen im Allgemeinen nicht aus Interesse am Lerngegenstand, sondern um ein bestimmtes Ziel wie z. B. einen betrieblichen Aufstieg zu erreichen.

## 4 Bedarf an CBT für Anlagenfahrer

In diesem Abschnitt wird der Bedarf und es werden die Anforderungen an CBT für Anlagenfahrer in der Chemischen Industrie diskutiert.

### 4.1 Allgemeine Vor- und Nachteile von CBT

Bezüglich der Qualifizierung von Mitarbeitern sind Unternehmen zunehmend vor die Aufgabe gestellt, bei begrenzten Handlungsspielräumen [15]:

- neues Wissen schnell, effektiv und kostengünstig zu verbreiten,
- möglichst vielen Mitarbeitern gleichzeitig die Teilnahme an der Weiterbildung zu ermöglichen,
- den Einsatz von Lehrkräften aus Kostengründen einzuschränken/effektiver zu machen,
- Reise-, Sach- und Arbeitsausfallkosten zu verringern und

**Tabelle 2:** Einige Vor- und Nachteile von CBT gegenüber lehrergeführtem Frontalunterricht.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringere operative Schulungskosten (Kurs- und Dozentengebühren, Reisekosten, Spesen, Sachmittel, Arbeitsausfallkosten)</li> <li>• Flexibler bezüglich Raum und Zeit</li> <li>• Einfachere Integration in Arbeitsabläufe sowie von Arbeits- und Freizeitwelt</li> <li>• Größere Anzahl von Personen erreichbar, größere Entfernungen einfacher überbrückbar</li> <li>• Verringerung von Arbeitsausfallkosten möglich; Leerlaufzeiten während der Arbeit werden einfacher nutzbar</li> <li>• Zusammenführung von Arbeitsplatz und Lernort möglich</li> <li>• Höherer Multiplikatoreffekt von Wissensträgern erreichbar</li> <li>• Einheitliche Qualifikationsstandards im Unternehmen sind einfacher zu erreichen</li> <li>• Anzahl von Wiederholungen sowie Lerntempo frei wählbar</li> <li>• Motivation zurückhaltender Personen zur Beteiligung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Anfangsinvestition, falls System gekauft wird</li> <li>• Hoher Investitionsaufwand bei kundenspezifischer Entwicklung</li> <li>• Aktualisierung / Pflege ist komplizierter und erfordert entsprechend geschultes Personal</li> <li>• IT-Infrastruktur erforderlich</li> <li>• Verlust des persönlichen Kontaktes und der sozialen Erfahrung von Gruppenunterricht</li> <li>• Gefahr von Orientierungsverlust und der Ausbildung von Vermeidungsstrategien bei komplexen / unübersichtlichen Werkzeugen</li> <li>• Keine haptische oder olfaktorische Erfahrung</li> <li>• Geringere situative Adaptivität, geringere Interaktivität im Sinne von Dialogen</li> <li>• Möglicherweise problematisch bei älteren und bei selbständiges Arbeiten nicht gewohnten Mitarbeitern</li> <li>• Fehler bleiben leichter unentdeckt wegen fehlendem Check durch Ausbilder</li> </ul>

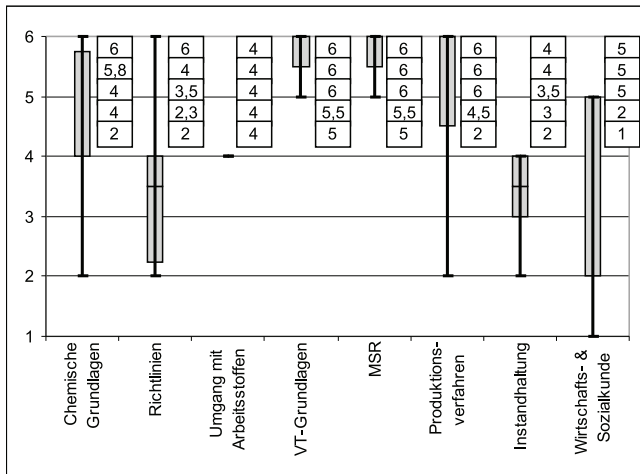
- die Qualifizierung ohne Störung der Produktion durchzuführen.

Auch bei den Mitarbeitern selbst wächst das Bedürfnis nach zeitlich-, räumlich- und bedürfnisflexiblem Lernen („learning on demand, just in time, and just in place“). CBT kann dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen – ein Grund für das steigende Interesse am Einsatz von Computern in der Aus- und Weiterbildung.

Im Folgenden soll nur ein Teil des Schulungsbedarfs von Anlagenfahrern in der Chemischen Industrie betrachtet werden, und zwar die produktionsnahe Aus- und Weiterbildung. Andere Schulungen, wie z.B. der Computerführerschein, sind hier ausgenommen.

Wie jede andere Lernmethode hat auch CBT Vor- und Nachteile (Tabelle 2). Bei der Festlegung einer CBT-Strategie sollte deshalb z.B. beachtet werden, dass

- dem operativen Kosteneinsparpotential Investitionskosten gegenüber stehen,



**Bild 9:** Welche Themen sollten mit CBT vermittelt werden? (U1, 1 = „schlecht geeignet“ bis 6 = „sehr gut geeignet“).

- sich nicht jeder Stoff gleich gut für die Umsetzung als CBT eignet und
- dass Besonderheiten der Zielgruppe zu beachten sind.

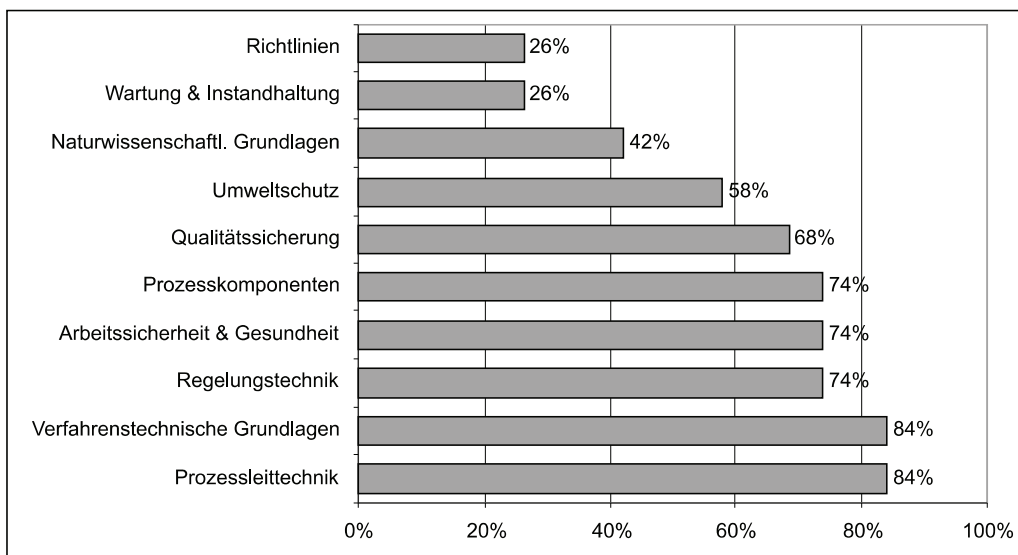
#### 4.2 Einsatz von und Bedarf an CBT

In der Umfrage U2 gaben 45% der 22 Teilnehmer an, bereits CBT oder OTS einzusetzen. In 63% (U2, 19 Antworten) wird der Bedarf gesehen, CBT für Anlagenfahrer zur Vermittlung von Wissen einzusetzen. In 75% der Unternehmen, die Bedarf sehen, wird CBT oder OTS bereits eingesetzt. In 45% der Unternehmen (U2, 22 Antworten) gibt es Initiativen zur Entwicklung eigener computerbasierter Lern- oder Trainingssysteme. Die Hälfte davon setzt bereits CBT oder OTS ein.

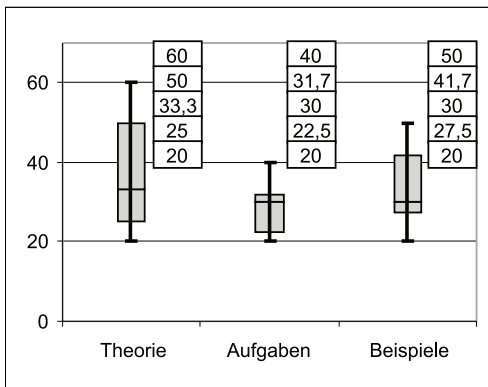
Um die Eignung von Themen für die Umsetzung als CBT zu ermitteln, wurde in U1 eng am Chemikanten-Curriculum orientiert abgefragt [22; 24], welche Themen per CBT vermittelt werden sollten. Bei 7 Antworten wurden klar die Themen Messen-Steuern-Regeln (MSR), verfahrenstechnische (VT) Grundlagen und eigene Produktionsverfahren ausgewählt (Bild 9).

Bemerkenswert sind die hohen Werte und die gleichzeitig niedrigen Varianzen für MSR und VT-Grundlagen. Auf die Frage, welche von neun vorgegebenen Themen per CBT behandelt werden sollten, wurden Prozessleittechnik und verfahrenstechnische Grundlagen als am wichtigsten eingestuft (U2, 20 Antworten, Bild 10). Unter den zweitplatzierten Themen befindet sich die Regelungstechnik. Wie bei U1 wurden also automatisierungs- und VT-Themen am häufigsten als „wichtig“ eingestuft. Auch war man sich bei den Top 5 Themen (Bild 10) relativ einig: Hier streuten die Bewertungen am wenigsten.

<sup>9</sup> Der Bitte um Priorisierung der Themen mit Noten von 1 bis 5 kamen 14 Teilnehmer nach. Weitere 6 wählten Themen per Kreuz aus. Kriterium für „wichtig“ ist die Vergabe einer der beiden höchsten Noten oder die Auswahl per Kreuz.



**Bild 10:** Antworten auf die Frage: „Welche Themen sollten in einem CBT behandelt werden?“, Häufigkeit der Einstufung vorgegebener Themen als „wichtig“ (U2)<sup>9</sup>.



**Bild 11:** Empfehlenswerte prozentuale Zusammensetzung von Kursen aus Theorie, Aufgaben und Beispielen (U1).

Für einen erfolgreichen Einsatz von CBT ist die richtige Zusammensetzung von Kursen aus:

- Theorieteil zur Wissensvermittlung,
- Aufgaben zur Lernerfolgskontrolle und
- Beispielen zur Veranschaulichung des praktischen Einsatzes neu erworbenen Wissens wichtig.

Bild 11 zeigt die in U1 gewünschten Anteile (7 Antworten).

Um den möglichen Vorteil der Vermeidung von Arbeitsausfallkosten auf praktische Realisierbarkeit zu prüfen, ist die Frage interessant, ob während der Schicht am Computer gelernt werden könne. Dies wurde in 53% der 19 Antworten (U2) bejaht und in 37% verneint. 10% machen dies vom Aufgabenprofil abhängig: Batch-Anlagen ließen weniger Spielraum als Konti-Anlagen. Es wurde angemerkt, dass die Einstellung des Vorgesetzten zum Lernen während der Arbeitszeit eine Rolle spiele.

Bei der (offenen) Frage nach den entscheidenden Kaufkriterien für CBT-Systeme wurden am häufigsten die Folgenden genannt. Dabei stehen in Klammern ähnliche genannte Kriterien.

- **Preis** (Preis-Leistungsverhältnis)
- **Flexibilität** (Kundenspezifische Anpassung; Kurs-/Systempflege; Modularität, die Einzelnutzung von Bausteinen gestattet)
- **Praxisbezug**
- **Anwenderfreundlichkeit** (Verständlichkeit, Effektivität)
- **Qualität**
- **Funktionalität** (Interaktivität, Adaptivität, Lernerfolgskontrollen).

Die folgenden Punkte wurden als größte Hindernisse gegen eine breitere Nutzung von CBT-Systemen genannt (offene Frage):

- **Hoher Preis**
- **Zu spezielle betriebliche Situation** (zu wenig Mitarbeiter, zu spezielle Anwendung, verschiedene PLS eingesetzt, Verfahren zu komplex)
- **Akzeptanzmangel** (bei Führungskräften und bei Mitarbeitern, wegen unpassender Ausführung, Berührungängste vor PC)

- **Technische Defizite** (dadurch Lernerfolg nicht nachhaltig und schlechte Akzeptanz, Produkt zu allgemein oder zu speziell)
- **IT-Infrastruktur** nicht vorhanden
- **Mangel an direktem menschlichen Kontakt**
- **Betriebsverfassungsgesetz** (kann Leistungsstandmessung verhindern).

#### 4.3 Diskussion

Zuerst sollen die Daten auf qualitative Zusammenhänge verschiedener Merkmale geprüft werden. Wegen des gemischten Auftretens von Faktoren und Ordinalzahlen erfolgte keine Kreuzkorrelation der Merkmale. Stattdessen wurden die folgenden vier Merkmale ausgewählt (Ordinate in Bild 12)

- „CBT (oder OTS) wird eingesetzt“,
- „Eigene CBT-Entwicklungsinitiativen laufen“,
- „Bedarf an CBT besteht“ und
- „Lernen während der Schicht möglich“.

Dann wurde ihr gemeinsames Auftreten mit einigen anderen Merkmalen (Abszisse in Bild 12) gezählt, um die Zusammenhänge abzuschätzen. Zum Beispiel lässt sich Folgendes ablesen:

- Weder der Prozesstyp noch die Anzahl der beschäftigten Anlagenfahrer haben einen signifikante Einfluss auf die vier Merkmale.
- Wenn es eigene CBT-Entwicklungsinitiativen gibt, wird typischerweise Lernen während der Schicht für möglich gehalten.
- Wo Bedarf an CBT gesehen wird, wird typischerweise Lernen während der Schicht für möglich gehalten und CBT wird bereits eingesetzt.

In U2 gab die Hälfte der zehn Teilnehmer, die CBT oder OTS einsetzten, bei der Frage nach den eingesetzten Systemen keine CBT-, sondern PLS-Systeme an. Das legte die Vermutung nahe, dass die Schulung am PLS-System bereits als CBT interpretiert wird und die Kenntnis über CBT-Produkte im eigentlichen Wortsinn eingeschränkt ist. Bei besserer Kenntnis des Angebotes könnten einige Einschätzungen anders ausfallen (vgl. Kaufkriterien und Einführungshindernisse). So gibt es anwenderfreundliche „fertige“ CBT-Produkte bereits für wenige hundert Euro (z. B. „Chemicus“ in Abschnitt 5).

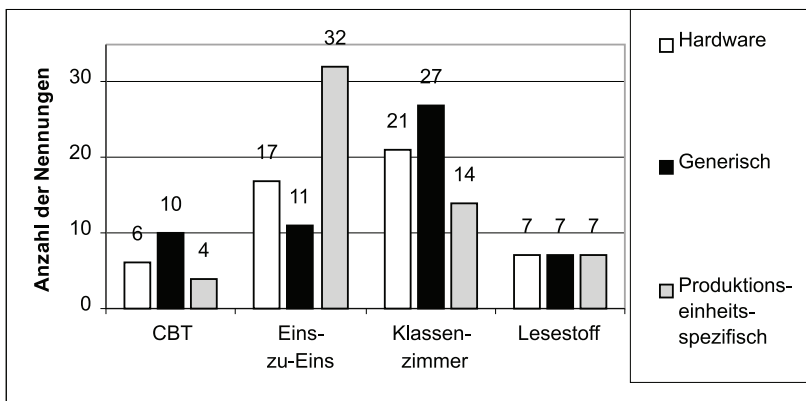
Es gibt Autorensysteme, die für die Zielgruppe „Anlagenfahrer“ konzipiert sind (z. B. „FIT“ in Abschnitt 5). Diese kommen auch dem von der Hälfte der 21 Befragten (U2) geäußerten Wunsch nach der gemeinsamen Gestaltung des CBT-Inhaltes durch Hersteller und Nutzer entgegen. Die Entwicklung kundenspezifischer Lösungen ist allerdings aufwändig und damit teuer. Teilweise sind die Erstellungskosten aber versteckt, da z. B. Ausbilder „nebenher“ Kursinhalte zusammenstellen.

<sup>10</sup> Die Umfrage erzielte 38 Rückmeldungen: ca. 2/3 aus Nordamerika, ein knappes Drittel aus Europa und 1/5 aus Asien. „Eins-zu-eins“ bedeutet, dass eine Person eine andere schult.



CBT nicht eingesetzt							7	1	7	5	1	2	
CBT eingesetzt							10	5	8	1	3	3	
Keine eigene CBT-Entwicklung				5	7	11	2	9	4	4	2		
Eigene CBT-Entwicklung				4	3	6	3	5	2		3		
Kein CBT Bedarf					7		7	6	1	5	3	1	1
CBT Bedarf													
Lernen während Schicht nicht OK	1	5	1	6	1	5	5	1	6	3	1	1	
Lernen während Schicht OK	6	1	4	4	5	3	7	2	7	4	3	2	
	CBT Bedarf	Kein CBT Bedarf	Eigene CBT-Entwicklung	Keine eigene CBT-Entwicklung	CBT eingesetzt	CBT nicht eingesetzt	Batch-Prozess	Semi-Batch-Prozess	Kontin-Prozess	bis 100 Operator	100-500 Operator	über 500 Operator	

**Bild 12:** Zusammenhang zwischen der Ausprägung einiger Merkmale bei U2: Die Größe der Kugeln (Zahl in der Kugel) entspricht der absoluten Nennung der Merkmalskombination in den Fragebögen.



**Bild 13:** Effektivste Ausbildungsmethoden für drei Themenfelder für die Schulung von Anlagenfahrern von Ethylenanlagen<sup>10</sup> [11].

Als allein stehende Ausbildungsmethode betrachtet, hat CBT einige Nachteile (siehe auch Tabelle 2): Erstens kann der Verlust an menschlichem Kontakt zu Problemen führen. Zweitens wird in einer Umfrage zur Schulung von Anlagenfahrern von Ethylenanlagen CBT bei der Effektivität von Ausbildungsmethoden nur als niedrig eingestuft (Bild 13). Drittens wurde CBT in einer ARC-Umfrage [25] im Hinblick auf „welche Methode am besten für die Ausbildung in den MSR-Grundlagen“ geeignet sei, nur im Mittelfeld platziert<sup>11</sup>.

Das vollständige Ersetzen anderer Lehr- und Lernmethoden durch CBT ist nicht sinnvoll. Vielmehr sollten Schulungen aus einer Mischung verschiedener Lehr- und Lernkonzepte, dem so genannten „blended learning“, bestehen. So lassen sich mit blended learning in Tabelle 2 genannte spezifisch

<sup>11</sup> ARC-Umfrage zum Thema Ausbildung von Service-Personal für die Anlagenautomatisierung [25]: Die auch für die Schulung von Anlagenfahrern interessante Frage „welche Methode am besten für die Ausbildung in den MSR-Grundlagen“ geeignet sei, wurde wie folgt beantwortet: 36,4% entschieden sich für „mit Trainer vor Ort“, 18,2% für „web-basiert“, 18,2% für „selbstgeführt“, 13,6% für „mit Trainer beim Zulieferer“ und 13,6% für „informell – Training on-the-job“.

und einzigartige Vorteile von CBT realisieren und gleichzeitig seine Nachteile reduzieren. Blended learning wird bereits praktiziert: In U1 gaben die (7) Teilnehmer an, dass im Median 60% lehrergeführter Frontalunterricht, 10% CBT in Anwesenheit eines Dozenten und 10% selbständiges CBT für den theoretischen Unterricht eingesetzt werden. Die notwendigen Investitionskosten für CBT lassen sich reduzieren, wenn (falls verfügbar) ein Internetdienst mit „pay-per-use“ oder ähnlichem Abrechnungsmodell genutzt wird, statt ein System für Einzelplatz- oder Netzwerkinstallation vor Ort zu kaufen.

## 5 Angebotsmarkt

Das für die Schulung von Anlagenfahrern relevante CBT-Angebot ist in vielerlei Hinsicht vielfältig. Entwicklungen fi den statt in

- auf Schulungssoftware spezialisierten Firmen
- Firmen, die ihr Kernprodukt durch eine CBT-Komponente ergänzen,

- einigen überbetrieblichen Ausbildungsstätten sowie
- bei Anlagenbetreibern selbst (für Eigenbedarf).

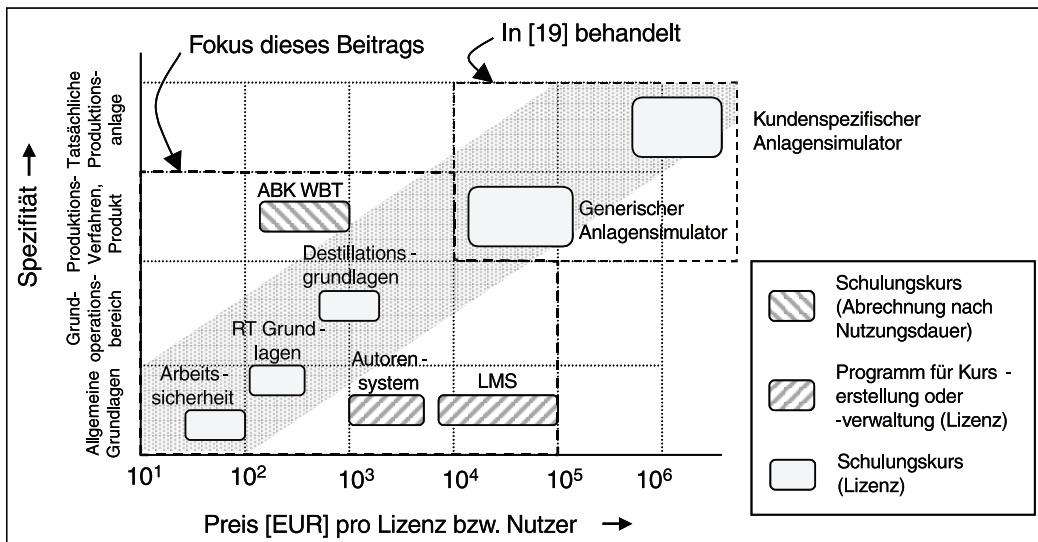
Bei den Hochschulen wurde im Bereich Technik das größte Angebot im Bereich der Regelungstechnik gefunden. Es ist auf Studenten zugeschnitten, die sich in vielen Gesichtspunkten (Vorbildung, Motivation, selbständiges Arbeiten usw.) von Anlagenfahrern unterscheiden. Deshalb ist das Hochschulangebot im Allgemeinen nicht 1 : 1 auf Anlagenfahrer übertragbar. Neuere Entwicklungen wie z. B. TIMO [26] oder DYNAMIT [27] können aber interessante Anregungen für industrielle Entwicklungen geben.

Einige ausbildende Betriebe oder Anlagenbetreiber wie z. B. Provalids (siehe Abschnitt 5.4) haben eigene Werkzeuge entwickelt. Zum Teil werden sie auch auf dem freien Markt angeboten. Entwicklungen nur für den Eigenbedarf werden nicht weiter betrachtet. Sie sind aber

ein Indiz dafür, dass diese Firmen auf dem freien Markt keine ihren Anforderungen entsprechenden Angebote vorgefunden haben.

Das kommerzielle Angebot ist sehr vielfältig. Eine mögliche Klassifizierung nach den beiden wichtigen Kaufkriterien Preis und Spezifität zeigt Bild 14. Der Spezifizierungsgrad ist für Anbieter und Nutzer wichtig, weil er mit der Größe des adressierbaren Marktes, dem Eingehen auf spezifische Zielgruppenanforderungen und damit mit dem erforderlichen/erzielbaren Marktpreis korreliert. Dies deutet der graue Streifen in Richtung der Hauptdiagonalen in Bild 14 an. Andere Kriterien sind z. B. Lernziel, Funktionalität, Interaktivität, multimediale Aufbereitung oder die Art des anbietenden Unternehmens.

Generische und kundenspezifische Trainingssimulatoren werden im Folgenden nicht diskutiert, der Leser sei



**Bild 14:** Exemplarische Klassifizierung kommerzieller Angebote nach Preis und Spezifität.

**Tabelle 3:** Klassifizierung von CBT-Angeboten für Anlagenfahrer nach Spezifität mit Produktbeispielen.

Spezifität	Beschreibung	Beispiele		
		Produkt	Anbieter	Web-Referenz
Produktions-anlage	Trainieren auf einem an eine ausgeführte Anlage angepassten Simulator („virtuelle Anlage“).	Siehe Beispiele in [19]		
Produkt / Gerät	Schulung auf ein bestimmtes Produkt wie z.B. ABK eines PLS.	WBT	ABB	<a href="http://www.abb.de/wbt">www.abb.de/wbt</a>
		TDC3000X-WBT	Honeywell	<a href="http://www.automationcollege.com">www.automationcollege.com</a>
		SPS-Fernkolleg	Moeller	<a href="http://www.moeller.net/de">www.moeller.net/de</a>
Produktions-verfahren	Schulung von Betriebsaspekten eines Produktionsverfahrens. Fokus z.B. auf Prozessdynamik oder auf Prozessverständnis.	Novolen-OTS	ABB	<a href="http://www.novolentechnology.com">www.novolentechnology.com</a>
		Refining Overview	Leghorn Learning	<a href="http://www.leghornlearning.com">www.leghornlearning.com</a>
VT-Grund-Operationen	Schulung in verfahrenstechnischen Grundoperationen wie Destillieren, Filtrieren usw.	Process Plant Fundamentals Training	TTS	<a href="http://www.MyPlantsTraining.com">www.MyPlantsTraining.com</a>
		WSAT Tutor	EnVision	<a href="http://www.envisionsys.com">www.envisionsys.com</a>
Allgemeine Grundlagen	Schulung von Grundlagen wie Mathematik, Chemie, Arbeitssicherheit usw.	Regina	Europa Lehrmittel	<a href="http://www.europa-lehrmittel.de">www.europa-lehrmittel.de</a>
		UWEB 2000	SLH	<a href="http://www.uweb2000.de">www.uweb2000.de</a>
		Chemicus	Heureka-Klett	<a href="http://www.klett-verlag.de">www.klett-verlag.de</a>
Lernplatt-formen	Software zum Managen von On-Line Kursen	Siehe Beispiele in [18]		
Autoren-systeme	Software zur Kurserstellung	Siehe Beispiele in [28-29]		

auf [19] verwiesen. Lernplattformen (Learning Managementsysteme, LMS) sind generische Plattformen, um Kurse aller Art zu verwalten. Das Angebot ist groß – Schulmeister [18] zählt ca. 170 Produkte. Zur Erstellung eines Kurses wird üblicherweise ein Autorensystem verwendet, vgl. die Übersichten in [28; 29].

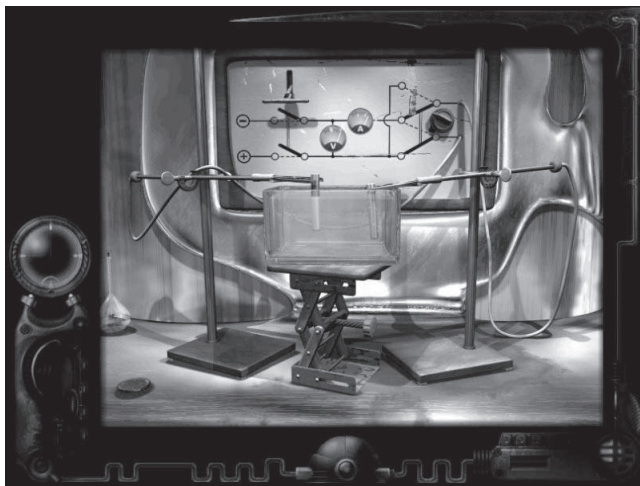
Der Preis der Werkzeuge wird wesentlich vom Geschäftsmodell beeinflusst. So wird die Nutzung erworbener Lizenzen zu Beginn deutlich teurer als z. B. eine Application Service Provider- (ASP-) Typ-Nutzung. Hierbei liegen alle benötigten Programme auf einem externen Server. Der Nutzer kann mithilfe eines PCs mit Standard-Web-Browser über Internet darauf zugreifen („Thin-Client-Struktur“). Allerdings ist das Angebot von ASP-Typ-Diensten für die Schulung von Anlagenfahrern noch relativ dünn.

Programme zum Selbststudium werden auch als Computer-based Training bezeichnet. Die Kombination verschiedener Komponenten wie z. B. Simulationen, Infopools und Übungsprogramme nennt man „offene Lernumgebung“.

In Tabelle 3 wird eine Klassifizierung von CBT-Angeboten für Anlagenfahrer nach ihrer Spezifität vorgenommen und mit einigen Produktbeispielen illustriert. Anschließend werden 4 Produkte näher beschrieben. Ziel der Produktauswahl ist, dass ein Eindruck vom Spektrum der Spezifität (siehe Tabelle 3) und der Aufbereitung (z. B. Test- und Trainingsprogramm vs. LernAdventure) entsteht. Ein weiteres Auswahlkriterium stellte die Verfügbarkeit von Informationen jenseits reiner Marketinginformation – wie z. B. Demo-CD-ROMs oder On-line-Demos dar.

### 5.1 Chemicus (allgemeine Grundlagen)

Im unteren Preisniveau mit rund 50 Euro pro Kurs befindet sich die Lern-CD-ROM „Chemicus“. Es wurde als Beispiel für ein LernAdventure zur Vermittlung allgemeiner Grundlagen ausgewählt. Mit Chemicus sollen Jugendlichen Chemiegrundlagen vermittelt werden. Spaß beim Lernen spielt dabei eine große Rolle. Es wird versucht, mit Animationen oder spektakulären sowie alltagsnahen Experimenten



**Bild 15:** Screenshot aus Chemicus II – Galvanisierung, © Heureka-Klett.

Schwieriges auf einfache Weise zu erklären und somit Chemie greifbar und verständlich zu machen (Bild 15). Bei Fragen, deren Antworten der Nutzer nicht auf Anhieb weiß, helfen ihm Lernchips weiter zu kommen, indem sie Sachverhalte in gut verständlicher Form erläutern.

Themen sind die allgemeine, die anorganische und die organische Chemie. Aufgrund des allgemeinen Themas „Chemie“ hat Chemicus mit Schülern ab 16 Jahren, aber auch mit Auszubildenden (wie Chemikanten) oder anderen Interessierten eine relativ große Zielgruppe [30].

### 5.2 ABB WBT für Anzeige- und Bedienkomponenten (Produktschulung)

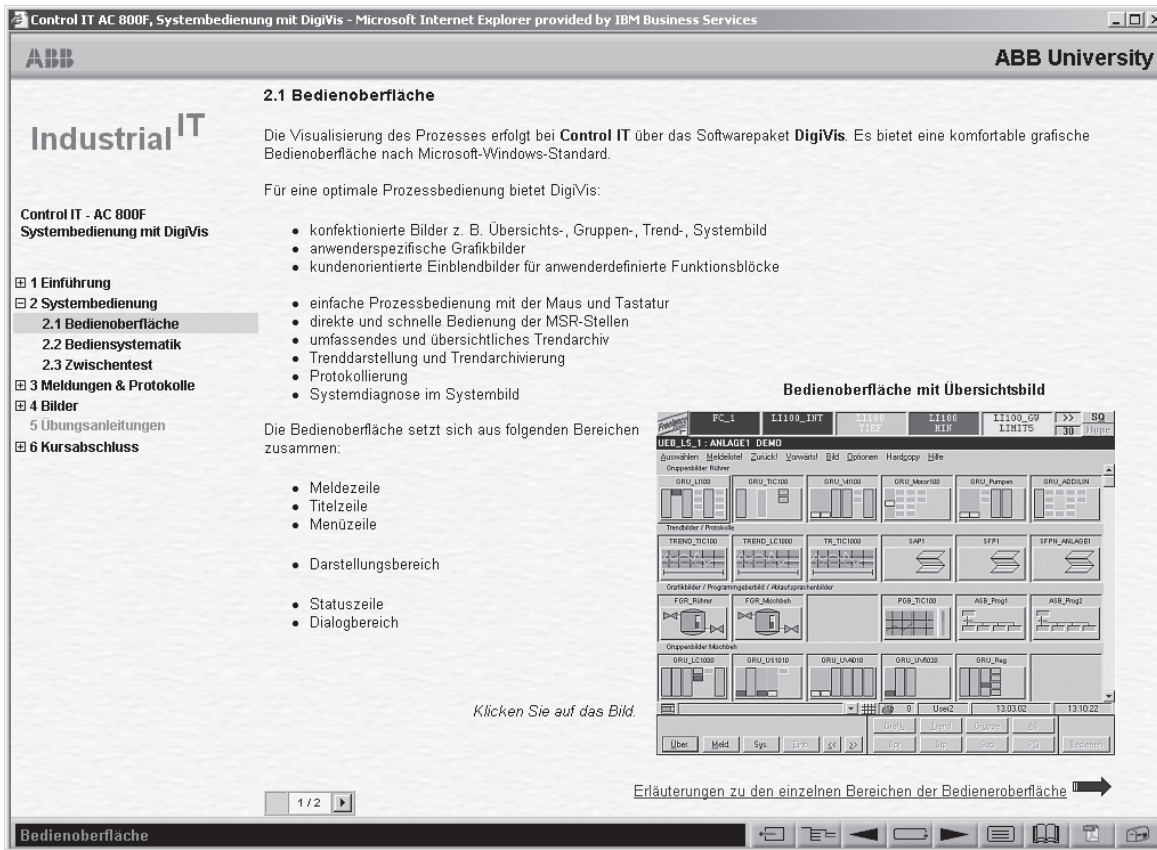
Die ABB University bietet webbasiertes Training (WBT) für die Beobacht- und Bedienstationen von ABB Automatisierungssystemen an. Dieses Angebot ist ein Beispiel für ein WBT in der Kategorie Produktschulung. ABB gibt damit seinen Kunden und Anwendern die Möglichkeit, an jedem Ort und zu jeder Zeit Mitarbeiter über das Internet zu schulen (Bild 16).

Im Rahmen des Trainings kann der Kunde Kurse zur Bedienung verschiedener ABB-Automatisierungssysteme interaktiv durcharbeiten. Der Lernende kann über ein Inhaltsverzeichnis am Bildschirmrand die gewünschten Themen und so Kursablauf und Lerntempo selbst bestimmen. Die erworbenen theoretischen Kenntnisse können durch einen Remote-Zugriff auf reale Leitsysteme direkt praktisch angewendet und vertieft werden. Freiwillige Zwischentests und auf dem Leitsystem auszuführende Übungsaufgaben dienen zur Lernerfolgskontrolle [31]. Anstelle von Videos und Simulationen wird dem Nutzer im praktischen Kursteil die echte Bedienoberfläche des Leitsystems bereitgestellt. Der Theorieteil der einzelnen Kurse kostet um 200 Euro mit einem Aufpreis von etwa 250 Euro für den Remote-Zugriff. Für Kurspakete und größere Nutzergruppen gibt es Sonderpreise.

### 5.3 WSAT (VT-Grundoperationen)

Die Firma EnVision Systems vertreibt ein CBT für Anlagenfahrer bestehend aus den zwei Komponenten WSAT Simulation und WSAT Tutor. WSAT wurde als Beispiel für ein CBT für VT-Grundoperationen ausgewählt. Bei WSAT Simulation handelt es sich um ein generisches Simulationsprogramm in Echtzeit zum Üben der Anlagenbedienung in einer simulierten Umgebung. WSAT Tutor ist ein interaktives Trainingsprogramm zur Vermittlung von Grundlagen der Anlagenbedienung (Bild 17). Hierbei lernen Anlagenfahrer Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in der Anlage und entwickeln Fähigkeiten zur Fehlerdiagnose. Es gibt WSAT Tutor-Module für verschiedene Anlagen wie z. B. Öfen oder Verdichter, die einzeln erhältlich sind.

Der große Vorteil der Kombination von CBT mit Simulation ist, dass der Lernende sein erworbenes Wissen direkt anschließend am Simulator testen kann. Das Wissen bleibt



**Bild 16:** Screenshot eines ABB WBTs für die Bedienschulung für das Produkt Control<sup>IT</sup>, © ABB.

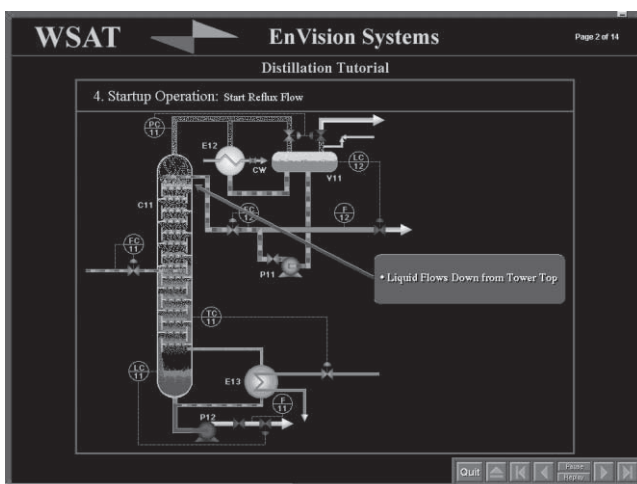
durch die zeitnahe Anwendung im praktischen Übungsteil mit größerer Wahrscheinlichkeit haften. Die Verwaltung wie z. B. die Registrierung neuer Benutzer, die Beobachtung des Nutzerverhaltens und die Speicherung der Ergebnisse aus den Lernerfolgskontrollen übernimmt die Software WSAT TutAdmin. WSAT ist in vielen verschiedenen Sprachen erhältlich und kann auf einzelnen PCs oder auf einem Netzwerk installiert werden. Der Preis der Tutorials

liegt zwischen 6000 und 10 000 US\$, der der Simulationen je nach Art des simulierten Prozesses zwischen 25 000 und 150 000 US\$ [32].

#### 5.4 Provalids FIT (Lernplattform und Autorensystem)

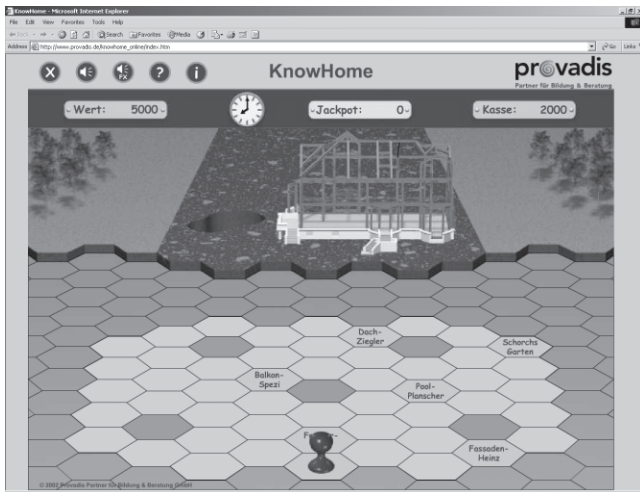
FIT („Flexibel und Intelligent Trainieren“) von Provalids (Teil von Hoechst-Intraserv) ist ein Autorenprogramm, mit dem man ohne Programmierkenntnisse ein Lernprogramm erstellen kann. Ebenso übernimmt FIT die Aufgaben einer Lernplattform wie z. B. die Benutzerverwaltung. Kurse können entsprechend den zielgruppenspezifischen Anforderungen (siehe Abschnitte 3 und 4) in Zusammenarbeit mit Provalids oder von Ausbildern im eigenen Unternehmen selbständig erstellt werden. Der Editor kostet inklusive einer Schulung der Ausbilder ca. 9500 Euro. Entwickelt wurde FIT unter anderem von Matthias Pütz, der früher selbst als Anlagenfahrer arbeitete. Im Ausbilderwettbewerb „E-Learning in der Ausbildung“ [12] gewann das Konzept der Firma Provalids einen Sonderpreis für nachhaltige Implementierung in der Ausbildungspraxis. Dabei stand FIT im Vordergrund.

FIT besteht aus den drei Lernzonen Kurs, Glossar und Fragenpool. In den Kursen findet animierte Wissensvermittlung statt. Das Glossar entspricht einem lexikonähnlichen Nachschlagewerk von Schlagwörtern. Der Fragenpool ist eine animierte und spielerisch untermalte Frage-



**Bild 17:** Screenshot aus einer Lehreinheit zur Destillation in WSAT, Envision Systems.





**Bild 18:** Screenshot einer Lernerfolgskontrolle in einem mit FIT erstellten Kurs, © Provalidis.

Antwort-Umgebung (Bild 18). Provalidis nennt seine Lernmodule „Edutainment“, um die Bedeutung des Spaßfaktors bei der Akzeptanz ihrer Systeme zu betonen. Die verschiedenen Lernzonen ermöglichen einen Methodenmix aus Textdokumenten, Beispielvideos, Grafiken, Animationen und Lernerfolgskontrollen, die den weiteren Lernweg steuern. Innerhalb des Kurses kontrollieren geschlossene Fragen den Lernerfolg; offene Fragen und Aufgaben dienen als Vorbereitung auf den anschließenden Gruppenunterricht. Laborübungen werden mithilfe von Videoclips der wichtigsten Arbeitstechniken und Erläuterungen zu den Arbeitsvorschriften vorbereitet. Der Fragenpool enthält vier Spielstufen, die sich im Grad ihres Spaßfaktors unterscheiden. Angeboten wird FIT überwiegend als lokale PC-Installation [33].

## 6 Trends

Nach bisher vorwiegend angesprochenen (branchenübergreifenden) Standardmärkten wie Sprachen, IT- oder Projektmanagement adressiert CBT nun kleinere Märkte und Zielgruppen.

Die Erkenntnis ist gereift, dass nicht eine einzelne Methode (bzw. ein einzelnes Medium), sondern ein Mix aus verschiedenen Methoden den besten Erfolg verspricht, das so genannte „blended learning“. Hybride Werkzeuge wie Lernarrangements haben an Bedeutung gewonnen, wie auch Lösungen, die auf einen Einsatz im Firmennetzwerk (Intranet) abzielen. Der Einsatz von WBT im ASP-Modell wächst wegen des günstigen Geschäftsmodells weiter (geringe Investitions- und Wartungsaufwände beim Nutzer, Anbieter kann Investition kundenübergreifend umlegen).

Faktoren wie sich schneller ändernde Märkte, rasanter technologischer Wandel und die zunehmende Durchdringung der Produktionsprozesse mit IT verschärfen die Anforderungen an lebenslanges Lernen. Der Lernort verlagert sich zunehmend weg vom „Klassenzimmer“ hin zum Arbeitsplatz.

Das zunehmende Angebot an CBT-Produkten und deren Reife stimuliert Aktivitäten bezüglich der Standardisierung von Lernobjekten. Ziel ist das Erreichen der Plattformunabhängigkeit, um beispielsweise Migrationen von Inhalten zu anderen Plattformen zu vereinfachen.

OTS und CBT wachsen aufeinander zu: Komplexe OTS-Systeme werden zunehmend um CBT-Komponenten erweitert. Andererseits werden CBT-Systeme zunehmend um (generische) Simulatoren und Modellrechnungen ergänzt.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden zwei Umfragen bezüglich des computerbasierten Trainings für Anlagenfahrer vorgestellt und das CBT-Angebot für diese Zielgruppe skizziert. Es zeigte sich, dass in der Aus- und Weiterbildung noch die klassischen Lern-Lehrmethoden (Frontalunterricht, praktisches Vor-Ort-Training) dominieren. Allerdings zeigen Ausbildungsverantwortliche ein steigendes Interesse an CBT. Wegen der soziodemographischen Merkmale und der Vorbildung/Vorkenntnisse erscheint ein auf die Zielgruppe der Anlagenfahrer abgestimmtes CBT-Angebot erforderlich. Altersstruktur und PC-Kenntnisse der Zielgruppe lassen eine gute Akzeptanz erwarten.

Bedarf an CBT wird von den Befragten insbesondere bei den Themen Automatisierungstechnik/MSR, verfahrenstechnische Grundlagen und Produktionsverfahren gesehen.

Das CBT-Angebot ist vielfältig und unübersichtlich. Es reicht vom fertigen, einfachen, textuell und graphisch orientierten Produkt mit linearem Lernpfad bis zum aufwändig erstellten Lern-Adventure oder bis zum auf die Zielgruppe „Anlagenfahrer“ zugeschnittenen Autorensystem. Einige ausbildende Betriebe haben eigene Werkzeuge entwickelt, die zum Teil auch auf dem freien Markt angeboten werden.

Für die Anlagenfahrer ist das Beherrschen von dynamischen, komplexen, vernetzten Systemen von zentraler Bedeutung – eine Fähigkeit, die beim Menschen eher schwach ausgeprägt ist [34]. Durch die Änderung der Aufgaben und der Rolle der Anlagenfahrer nimmt zudem das erforderliche Wissen (Know-Why) neben den erforderlichen Fertigkeiten (Know-How) zu. Deshalb darf in der Zukunft mit einer stärkeren Integration von dynamischen Simulatoren und wissensvermittelnden Werkzeugen gerechnet werden (siehe auch [35; 36]).

Der Trend, dass CBT zunehmend kleinere Märkte adressiert, dürfte auch zu einem verbesserten CBT-Angebot für Anlagenfahrer führen. Eine weitere Marktdurchdringung hängt aber auch von einer besseren Angebotstransparenz und einem besseren Informationsstand bei Entscheidungsträgern in der Ausbildung ab.

In der Schulung sollte ein an Aufgaben und Umständen orientierter Lern-Lehrmethoden-Mix verwendet werden. Insbesondere in der Weiterbildung wird sich dabei der Anteil



von CBT erhöhen: So lassen sich schulungsbedingte Arbeitsausfälle reduzieren und Leerlaufzeiten nutzen. Es darf mit einem Wachsen des WBT-Angebots für Standardinhalte (z. B. PLS-Bedienung, VT-Grundlagen) wegen des günstigen Geschäftsmodells gerechnet werden.

Die Kombination dieses Beitrags mit der Übersicht zum Thema Operator-Trainingssimulation [19] liefert einen umfassenden Überblick über CBT-Lösungen speziell für Anlagenfahrer in der Chemischen Industrie.

#### Verwendete Abkürzungen

ABK	Anzeige- und Bedienkomponenten
ASP	Application Service Provider
BAVC	Bundesarbeitgeberverband Chemie e.V.
CBT	Computer-based Training
CD-ROM	Compact Disk Read-Only-Memory
IT	Informationstechnologie
MSR	Messen, Steuern und Regeln
OTS	Operator-Trainingssimulation
PC	Personal Computer
PLS	Prozessleitsystem
RT	Regelungstechnik
U1 (2)	Umfrage 1 (2)
VT	Verfahrenstechnik
WBT	Web-based Training
WkStn	Workstation

#### Danksagung

Die Autoren danken den Teilnehmern der Umfragen, die die Basis dieses Artikels bilden. Nils Huesgen sei für die Durchführung der Umfrage U2 und für die Durchsicht des Manuskriptes gedankt. Die Autoren sind den ABB-Kollegen Carsten Beuthel, Hans-Werner Borchers (ABB Forschungszentrum) und Walter Schäfer (ABB Utility Automation) für die stete Diskussionsbereitschaft zu Dank verpflichtet. Andreas Liefeldt und Rasmus Nyström (ABB Forschungszentrum) sowie Frank Schenker (ABB University) haben dankenswerterweise das Manuskript Korrektur gelesen. Weiteren nicht namentlich genannten Personen sei für die Beisteuerung von Informationen gedankt.

#### Literatur

- Götte, A.W., L. Urbas und G. Wozny. 1998. Operatorschulung in der Prozeßtechnik – Status, Trends und Anwendung. Proc. Oberhausener UMSICHT-Tage 1998: Rechneranwendungen in der Verfahrenstechnik, 15.–16.9.1998. S. 11.1–11.11. ISBN: 3-8167-5215-2. Stuttgart: Fraunhofer IRN Verlag.
- Beuthel, C., M. Gölz und K. Zinser. 2001. Perspectives of modern process supervision and control. Preprints 8<sup>th</sup> IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems, 18.–20.9.2001. Kassel. S. 639–643.
- Komischke, T. 2002. Die Entwicklung der industriellen Prozessführung seit den siebziger Jahren und arbeitspsychologische Implikationen. Ergonomie & Informatik 35. S. 6–10.
- Magin, R. und W. Wüchner. 1987. Digitale Prozeßleittechnik – Einführung und Anwendungen. ISBN: 3-8023-0196-X. Würzburg: Vogel Buchverlag.
- Nicolai, W. 2001. Der Weg von Schoppe & Faeser zur ABB Utility Automation. Interne Powerpoint®-Präsentation. Minden: ABB Utility Automation.
- Peinke, W. 1995. Entwicklung der Prozeßautomatisierung in der Chemie. ISBN: 3-486-23180-4. München: Oldenbourg.
- Polke, M. 1994. Prozeßleittechnik. 2. Auflage. ISBN: 3-486-22549-9. München: Oldenbourg.
- Zühlke, D. 1998. Entwicklungen in der Mensch-Maschine-Interaktion. Automatisierungstechnische Praxis 40, H. 6. S. 50–53.
- Orapimpan, O., K. Skata und T. Kurooka. 2001. Development of a learning system of know-how and know-why in on-site plant operations. J. of Society for Industrial Plant Human Factors of Japan 6, H. 1. S. 34–44.
- Hitzges, A. 1995. Problem orientierte Unterstützung und Qualifizierung bei der Fehlerdiagnose. In *Hypermedia in der Aus- und Weiterbildung* (E. Schoop, R. Witt und U. Glowalla, Hrsg.). S. 77–87. ISBN: 3-87940-532-8. Konstanz: Universitätsverlag Konstanz.
- Jordan, M. und T. Weatherly. 2001. Ethylene Plant Operator Training Survey Results. Proc. 13<sup>th</sup> Ethylene Producers Conference, in: AIChE Spring National Meeting, 26.–27.4.2001. Houston, Texas. S. 823–838.
- BAVC. 2003. 10. Ausbilder-Wettbewerb: Die Sieger 2002. Ausbilder in der chemischen Industrie 28, H. 1.
- Fritz, I., M. Gerhards und W. Klingler. 2003. Das Internet im Kontext der Medien. In *Digitale Spaltung: Informationsgesellschaft im neuen Jahrtausend – Trends und Entwicklungen* (G. Roters, O. Turecek und W. Klingler, Hrsg.). S. 25–40. ISBN: 3-89158-365-6. Berlin: Vistas Verlag.
- Dick, E. 2000. Multimediale Lernprogramme und telematische Arrangements: Einführung in die didaktische Gestaltung. ISBN: 3-8214-7019-4. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software.
- Friedrich, H.F., G. Egler, H. Mandl, W. Schnotz, F. Schott und N.M. Seel. 1997. Multimediale Lernumgebungen in der betrieblichen Weiterbildung – Gestaltung, Lernstrategien und Qualitätssicherung. ISBN: 3-472-03009-7. Neuwied: Luchterhand.
- Kammerl, R. 2000. Computergestütztes Lernen. ISBN: 3-486-25400-6. München: Oldenbourg.
- Kerres, M. 2001. Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung. 2. Auflage. ISBN: 3-486-25055-8. München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. 2003. Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik. ISBN: 3-486-27250-0. München: Oldenbourg.
- Kroll, A. 2003. Trainingssimulation für die Prozessindustrien: Status, Trends und Ausblick. Teil 1+2. Automatisierungstechnische Praxis 45, H. 2, S. 50–57 + H. 3, S. 55–60.
- Schaich, D. und M. Friedrich. 2003. Operator-Training Simulation (OTS) in der chemischen Industrie: Erfahrungen und Perspektiven. Automatisierungstechnische Praxis 45, H. 2. S. 38–48.
- BIBB. 2001. Neuordnung der Berufsausbildungen Chemikant/in Pharmakant/in. CD-ROM. ISBN: 3-88555-708-8. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- BBS/N-LU. 2003. Stoffplan abgestimmt mit den dualen Partnern BASF und Verbund. Ludwigshafen: Berufsbildende Schule Naturwissenschaften.
- Sachs, L. 1992. Angewandte Statistik. ISBN: 3-540-52085-6. Berlin: Springer.
- Wallraff und Leskien. 2001. Bekanntmachung der Verordnung über die Berufsausbildung zum Chemikanten/zur Chemikantin nebst Rahmenlehrplan. Vom 20.4.2001. Bundesanzeiger 53, Nr. 124a, vom 7.7.2001.
- Hill, D. 2002. Automation Training Survey – November 2002. Internet-Präsentation. Dedham: Automation Research Corporation (ARC): [http://www.arcweb.com/surveys/Automationtrain/AutomationTraining\\_files/frame.htm](http://www.arcweb.com/surveys/Automationtrain/AutomationTraining_files/frame.htm).

- [26] Thißen, D. 2001. Systemtechnische Entwicklung und Evaluation eines nutzerorientierten Produktmodells für multimediale Lehr- und Lernsysteme in der Ingenieurwissenschaft. Dissertation, Universität Hagen. ISBN: 3-8265-8998-X. Aachen: Shaker Verlag.
- [27] DYNAMIT. 2004. Portal zum WBL-System DYNAMIT: <http://dynamit.esr.ruhr-uni-bochum.de>
- [28] China, R. 2002. E-Learning-Produkte im Vergleich. Personalwirtschaft, Sonderheft E-Learning 11/2002. S. 38–48.
- [29] Freibichler, H. 2003. Entwicklungswerkzeuge für E-Learning auswählen. In *Handbuch E-Learning* (A. Hohenstein und K. Wilbers, Hrsg.), Kap 5.3. ISBN: 3-87156-298-X. dwd Wirtschaftsverlag.
- [30] Klett. 2004. Firmen-Portal des Klett-Verlags: <http://www.klett-verlag.de/heureka/>
- [31] ABB. 2004. ABB WBT-Kurs-Portal. ABB University: <http://www.abb.de/wbt>
- [32] EnVision Systems. 2004. Firmen-Portal: [www.envisionsys.com](http://www.envisionsys.com)
- [33] Eckhardt, S., W. Gottwald und M. Pütz. 2003. E-Learning in der Ausbildung – Ein Gesamtkonzept. In *E-Learning in der Ausbildung – Gedanken, Methoden und Möglichkeiten – prämierte Arbeiten des Wettbewerbs für Ausbilder in der chemischen Industrie 2002* (IG BCE und BAVC, Hrsg.). S. 67–80. Heidelberg: Dr. Curt Haefner-Verlag.
- [34] Dörner, D. 1992. Die Logik des Mißlingens – Strategisches Denken in komplexen Situationen. ISBN: 3-499-19314-0. Hamburg: Rowolt.
- [35] Lowe, R.L. und T.E. Nielsen. 1998. Design and Development of an Intelligent Simulation Training System for Process Control Operators. 10<sup>th</sup> World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Freiburg/Germany, 20.–25.6.1998.
- [36] Shin, D. und V. Venkatasubramanian. 1996. Intelligent tutoring system framework for operator training for diagnostic problem solving. *Computers Chemical Engineering* 20, Supplement. S. 1365–1370.

Manuskripteingang: 20. Januar 2004.



**Dr.-Ing. Andreas Kroll** leitet die Gruppe Control & Optimization der ABB AG – Forschungszentrum Deutschland. Zu den Forschungsschwerpunkten der Gruppe gehören Methoden und Systeme für gehobene Regelung, Prozessführung, Monitoring & Diagnose sowie Produktionsplanung für die Anwendung in der Prozessindustrie.

Adresse: ABB AG – Forschungszentrum Deutschland, Abt. 14: Control & Optimization, Wallstadter Str. 59, 68526 Ladenburg, Tel.: (06203)-71-6252, Fax: -6253,  
E-Mail: [andreas.a.kroll@de.abb.com](mailto:andreas.a.kroll@de.abb.com)



**Dipl.-Ing. (BA) Marina Nußko** ist Projektingenieurin für Multipolencoder im Technischen Entwicklungszentrum der Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik KG. Ihr Studium im Fachbereich Engineering an der Berufsakademie Mannheim schloss sie mit einer Diplomarbeit im Bereich E-Learning für Anlagenfahrer in der Chemischen Industrie ab.

Adresse: Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik KG, Technisches Entwicklungszentrum, Abt.: Encoder, 69465 Weinheim, Tel.: (06201)-80-5737,  
E-Mail: [marina.nussko@freudenberg.de](mailto:marina.nussko@freudenberg.de)