

In: Eibl, Maximilian, Womser-Hacker, Christa, Wolff, Christian (Hrsg.) (2005). Designing Information Systems. Festschrift für Jürgen Krause. Konstanz: UVK [= Schriften zur Informationswissenschaft, 2005] S. 171-181

Kontextvisualisierung

Reinhard Oppermann

Fraunhofer-FIT, 53754 Sankt Augustin und
Universität Koblenz-Landau, 56070 Koblenz, Universitätsstr. 1

Zusammenfassung

Der Beitrag setzt sich mit der Unterstützung von Benutzern durch kontextsensitive Informationsvisualisierung auseinander. Zunächst wird die Bedeutung des Kontexts für menschliches Wahrnehmen und Handeln erläutert und eine Definition von Kontext entwickelt. Als Anwendung der Kontextvisualisierung werden zwei aktuelle Entwicklungsfelder gewählt, in denen Kontextvisualisierung besonders augenfällig Hilfe in komplexen Situationen bieten kann: die kontextualisierte Informations- und Diensteselektion und deren visuelle Präsentation bei mobilen Benutzern auf kleinen Endgeräten; und die kontextualisierte Annotationsmöglichkeit von Problem- und Lösungsepisoden im Lernprozess von Benutzern. Die Nützlichkeit solcher Kontextvisualisierung wird zumindest aufgrund von Tests in definierten Anwendungsfeldern aufgezeigt.

Einleitung

Die Berücksichtigung des Kontexts ist für Wahrnehmung und Handeln von zentraler Bedeutung. Ohne Kontextberücksichtigung gelingt es nicht, aus der Fülle von Reizen die relevanten zu identifizieren und für die Interpretation der Situation und anschließendes Handeln zu verwerten. Cum grano salis ist der menschliche Organismus in einer durchschnittlichen Reizumgebung ca. einer Milliarde Bits pro Sekunde ausgesetzt; nur ca. Hundert davon kann er bewusst verarbeiten. Selbst wenn diese Schätzung um eine Tausenderstelle zu hoch gegriffen wäre, verdeutlicht sie doch die enorme Selektionsleistung, die permanent erforderlich ist, um sich effektiv und effizient zu orientieren und zu handeln. Für die Selektion ist wesentlich der Kontext entscheidend. Die Aufmerksamkeit wird auf diejenigen Umgebungselemente und diejenigen Ele-

mentqualitäten gerichtet, die der Aufgabe und der Stimmung entsprechen. Ein Verliebter sieht den Wald anders als ein Förster, dieser anders als ein Landschaftsplaner oder Botaniker.

Bei biologischen Systemen (Organismen) hat die Evolution für Methoden der Kontextberücksichtigung gesorgt. Sie hat Jahrmillionen Zeit dafür gehabt. Bei technischen Systemen erledigen explizit geplante Sensoren diese Aufgabe, können aber nur sehr begrenzt zur Kontextidentifizierung beitragen, z. B. indem sie Temperatur, Druck, Belichtung, Beschallung, chemische Konzentrationen messen; das Meiste müssen technische Systeme dem Menschen, dem Benutzer oder Bediener von Anlagen, überlassen. Dies gilt auch für intelligente technische Systeme, die aus einer Mehrzahl von Merkmalsausprägungen Aktionsmuster auswählen, etwa der intelligente Bremsassistent, der in Abhängigkeit von Geschwindigkeit, Abstand zum Vorfahrzeug und Straßenglätte eine Bremsung veranlasst. Bei informationstechnischen Systemen können ebenfalls Kontextmerkmale für die Aufgabenunterstützung genutzt werden. Beispiele sind ortssensitive Dienste (location-based Services) oder auch Kommunikationsdienste, die in Abhängigkeit von der Situation der Kommunikationspartner Verbindungen herstellen bzw. Verbindungsmodalitäten anpassen.

Da die Kontextabstimmung zwischen technischen Systemen und Benutzern nicht vollständig erfolgt, sondern der größere Teil vom Menschen geleistet werden muss, ist eine Rückmeldung der zugänglichen Kontextmerkmale - insbesondere der vom technischen System aktuell *berücksichtigten* Kontextmerkmale - gegenüber dem Benutzer wichtig. Diese Rückmeldung, insbesondere in der Modalität der Visualisierung, ist Gegenstand dieses Beitrages. Sie erfolgt in Würdigung der Verdienste von Jürgen Krause um das Thema der softwareergonomischen Informationsdarstellung, der Verbindung (um nicht zu sagen Versöhnung) von Ergonomie und Design und der Verknüpfung von analytischem Denken und Empirie.

Kontextbegriff

Kontext ist die Menge aller Merkmale, die für momentanes Handeln relevant ist. Ziel der Kontextberücksichtigung ist die Erleichterung im Umgang mit einem System (Handhabungsseite) und die Erhöhung der Nützlichkeit der Systemleistung (Funktionsseite). Zum Kontext gehören die aktuellen Merkmalsausprägungen des Ortes, der Zeit, der Umgebung, der Domäne, der physikalischen Faktoren und der sozialen Bedingungen. Zu diesen aktuellen Bedingungen, auch situative Bedingungen genannt, kommen zum Kontext die dynamischen Entwicklungen von Merkmalen im Zeitablauf hinzu. Der Lernverlauf eines Benutzers, der Bearbeitungszustand einer Aufgabe, der Vorkon-

takt mit Objekten und Akteuren kann den Kontext mit bestimmen. Kontext ist also ein offener Begriff. Zum Kontext komplementär steht der Fokus. Fokus ist das, worauf die Aufmerksamkeit gerichtet ist. Kontext ist das, was um diesen Fokus herum relevant ist, um Wahrnehmung und Handeln zu ermöglichen, zu erleichtern und erfolgreich zu machen. Ausführlich hat sich Brézillon mit dem Kontextkonzept befasst. In seiner Zusammenfassung (Brézillon, 2002) hat er für verschiedene Felder der Künstlichen Intelligenz und der Angewandten Informationstechnik aufgezeigt, wie Kontext verstanden werden kann, als die Summe der Elemente, die für das Verständnis des aktuellen Objektes oder für die Auswahl von Informationen für dieses Objekt relevant sind.

Der Kontextorientierung vorausgegangen ist in der informatischen Kommunität die Situationsorientierung. Situation ist ein Ausschnitt aus dem Kontext in einer momentanen Betrachtung von Raum und Zeit. Situation berücksichtigt nicht die Verlaufsform von Merkmalen, zum Beispiel des Benutzers oder der Aufgabenbearbeitung. Situationsorientierung ist damit bescheidener im Anspruch und sparsamer in der Erhebung und Auswertung von Merkmalen. Nur die aktuelle Ausprägung wird berücksichtigt, nicht deren Geschichte. Vielleicht ist wegen dieser Bescheidenheit die Situationsorientierung seit den 80er Jahren so populär geworden. Suchman (Suchman, 1987) hat das Konzept des situierten Handelns eingeführt, Nardi hat es in Beziehung gesetzt zum kontextualisierten Handeln (Nardi, 1996) und Lave hat es (nach (Collins et al., 1989)) für situiertes Lernen erweitert (Lave and Wenger, 1991). Damit sind die wesentlichen Wegbereiter für die Betrachtung des Umfeldes von Information und Handeln in der informatischen Kommunität genannt, im deutschsprachigen Raum hat noch Mandl für die Adaption situierten Lernens gesorgt (Mandl et al., 1995).

Kontextorientierte Informations- und Kommunikationsdienste werden zunehmend relevant, seitdem deren Nutzung aus der Begrenzung an fest definierten Orten mit fest definierten Endgeräten für fest definierte Benutzer(gruppen) herausgetreten ist. Mit mobilen Endgeräten und über mobil nutzbare (funkbasierte) Netze werden Dienste möglich, die Ort, Zeit, Umgebung, Anwendungsdomäne, physikalische Faktoren und sozialen Umgebungen in einem weitaus umfassenderen Sinne berücksichtigen können als dies jemals zuvor der Fall war. Mit der Fortentwicklung der Benutzermodellierung lässt sich außerdem die Lern- und Aufgabenentwicklung des Benutzers feingranularer berücksichtigen als mit groben und statischen Stereotypen. Für diese beiden Felder, die kontextorientierte Anwendung für ein mobiles Umfeld und für eine lern- und aufgabenorientierte Gestaltung von Systemen, werden im Folgenden einige Überlegungen und Beispiele vorgestellt.

Kontextorientierung bei nomadischen Informationssystemen

Mobile Endgeräte und mobiler Internet-Zugang erlauben nomadische Informationssysteme. Als nomadische Informationssysteme bezeichnen wir Systeme, die mobilen Benutzern Zugang zu kontextorientierten Informations- und Kommunikationsdiensten an relevanten Nutzungsorten erlauben. Nomadische Informationssysteme schließen die Unterstützung von Aktivitäten an verschiedenen Orten in verschiedenen Phasen von Aufgaben ein. Ein typisches Beispiel ist ein Veranstaltungsbesucher, der zu Hause am PC Informationen über sein Reiseziel abrufen und mit persönlichen Annotationen versieht, unterwegs Navigationsunterstützung erhält und vor Ort bei Bedarf Ablaufinformationen, Termine, Hintergrundinformationen etc. abrufen sowie Ergebnisse und Dokumente in seinem persönlichen Informationsraum ablegen kann. Solche Systeme entfalten ihren Mehrwert, indem sie ihre Dienste bezüglich Inhaltsselektion, Präsentation und Interaktion an den jeweiligen Kontext anpassen. Bei einer *Reisevorbereitung* sind andere Informationen gefragt als *unterwegs* oder *vor Ort*; in jeder der Situationen sind unterschiedliche Endgeräte mit spezifischen Displays und Interaktionsmöglichkeiten verfügbar; die Modalität der Informationsausgabe ist am PC typischerweise das visuelle Display, während bei einem Museumsbesuch die begleitende Audio-kommentierung die Besucheraugen für die Exponate in den Ausstellungsräumen frei lässt. Zeit- und raumkritische Informationen können bei Systemen, die über Satelliten-, Infrarot- oder Funktechnik eine Ortung des Benutzers erlauben, situationssensitive Hinweise geben. Entscheidend für die Akzeptanz solcher Dienste ist die Gestaltung der Benutzerschnittstelle. Der Benutzer möchte nicht an die Leine gelegt sein, sondern die Kontrolle über seine Handlungen und die Empfangsbedingungen der Dienste behalten. Andererseits ist eine Benachrichtigung über eine Termin- oder Ortsänderung nur dann etwas wert, wenn sie den Adressaten auch rechtzeitig erreicht - was Eigeninitiative des Systems verlangt. Die Abstimmung zwischen System und Benutzer, insbesondere die Ankündigung situativer Meldungen, bedarf einer sorgfältigen Gestaltung. Empirische Tests haben ergeben, dass eine Unterbrechung der Aktivitätsfolge des Benutzers schwer akzeptiert wird, dass Hinweise jedoch angenommen werden, wenn sie nebenläufig eingehen und dem Benutzer die Chance der Annahme oder Zurückweisung überlassen (Krogsæter et al., 1994). Eine Methode hierfür ist eine Kombination von akustischem Hinweisreiz, der die Aufmerksamkeit weckt, in Verbindung mit einem visuellen, klicksensitiven Symbol, das die Art des Hinweises anzeigt, z. B. einen Besichtigungstipp oder einen aktuellen Termin. Der Benutzer bildet auf dieser Präsentationsbasis ein mentales Modell, das er seine natürliche Navigations-

strategie verfolgen kann und dass trotzdem verlässlich relevante Hinweise zu ihm durchdringen. Die Tiefe der Navigationsführung bleibt damit von der Übernahme der Systemhinweise durch den Benutzer abhängig, er behält die Kontrolle.

Beispiele für solche kontextsensitive Präsentationen haben wir bisher in verschiedenen Anwendungsfeldern vorgestellt, angefangen von klassischen Büroanwendungen mit Tipps zur funktionalen Systemanpassung (Krogsæter et al., 1994), über Museumsführer mit interessenbasierten Tourenvorschlägen (Oppermann and Specht, 2000) bis zu einem Messeinformationssystem mit aufgabenorientierten Diensten (Bieber et al., 2002). Je mehr das System über den Benutzer und über dessen Nutzungskontext lernen kann, desto umfassender und treffender kann die Dienstleistung ausfallen. Je umfassender eine Kontextauswertung erfolgt, desto komplexer sind jedoch auch die eingesetzten Algorithmen - und die gilt es dem Benutzer auf möglichst einfache aber transparente Weise zugänglich zu machen. Damit bestehen folgende Gestaltungsaufgaben für kontextsensitive Navigationsdienste:

- Auswertung von Indikatoren für kontextsensitive Dienste, die möglichst weitgehend implizit erhoben werden und möglichst wenig explizite Angaben des Benutzers erfordern.
- Aufmerksamkeitsweckung des Benutzers durch nebenläufige Hinweise (akustisch und visuell), die die kontinuierliche Aufgabenverfolgung des Benutzers nicht unterbrechen, aber die Hinweise bewusstseinsfähig machen.
- Vermittlung des Rationale für den präsentierten Hinweis, was bei interessenbasierten Tourenvorschlägen z. B. in der Angabe der gefolgerten Kategorie (z. B. des Malers) bestehen kann.

Die folgenden Abbildungen zeigen zwei Beispiele von kontextsensitiven Ereignismeldungen im „Ereignismanager“ in der Mitte der zweituntersten Zeile der Benutzerschnittstelle (entnommen aus dem Museumsführer HIPS für das Museo Civico in Siena).

Der Nutzen dieses kontextsensitiven Ereignismanagers ergibt sich aus einer fein abgestimmten Auswahl und einer fein eingebetteten Präsentation der Ereignismeldungen in den Besuchsablauf innerhalb der Umgebung einer Ausstellung. Zwei empirische Evaluationen mit verschiedenen Varianten solcher kontextsensitiven Dienste in einer Ausstellung im Schloss Birlinghoven haben gezeigt, dass sie von Benutzern positiv wertgeschätzt werden, dass die interessenvalide Identifikation von personalisierten Tourenvorschlägen jedoch eine Anzahl von Exponatkontakten erfordert, die erst bei größeren Ausstellungen und längeren Nutzungsphasen erreicht werden kann (Oppermann, 2003).

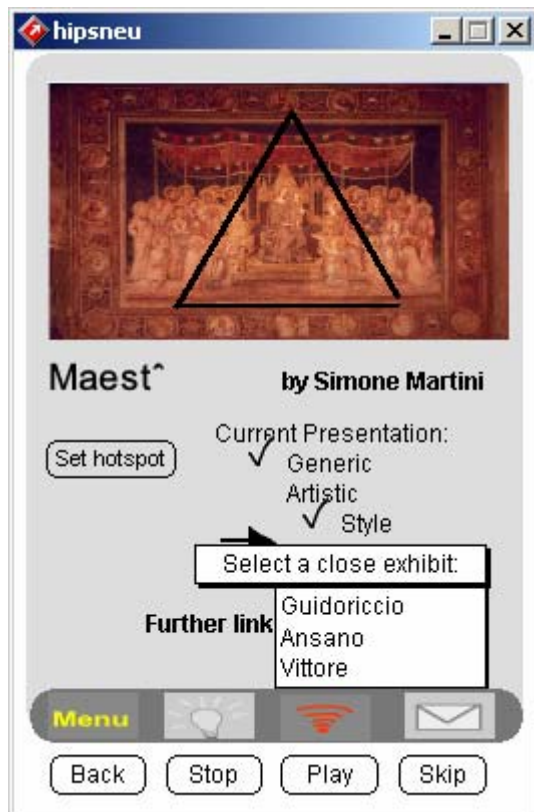


Abbildung 1:
 Kontextsensitiver Entdeckungshinweis:
 blinkendes Infrarotsendersymbol; ein
 Klick auf das Symbol aktiviert die Op-
 tionsliste nahe liegende Exponate:
 „Select a close exhibit:
 Guidoriccio, Ansano, Vittore“

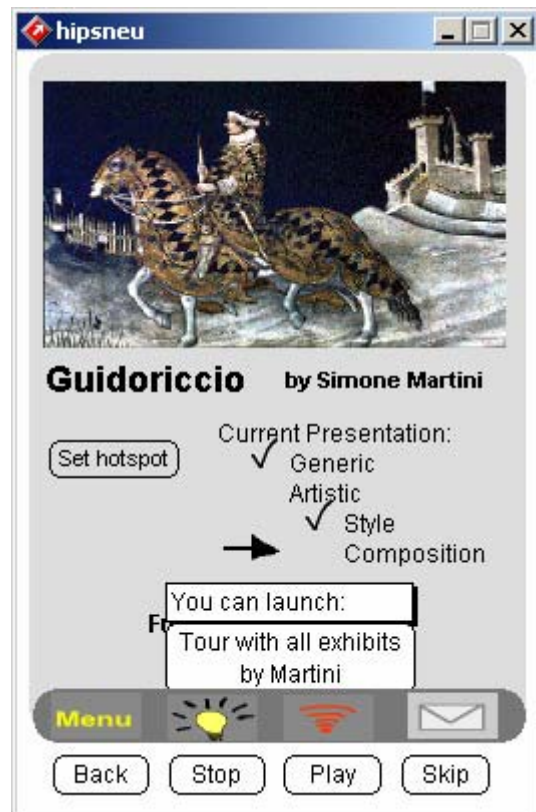


Abbildung 2:
 Kontextsensitiver Tourenvorschlag:
 blinkende Birne; ein Klick auf das
 Symbol aktiviert die Option mit Expo-
 naten des vom Besucher anscheinend
 präferierten Malers: „You can launch:
 Tour with all exhibits by Martini“

Kontextorientierung bei lernförderlichen Informationssystemen

Lernförderliche Gestaltung von Informationssystemen ist aus zweifachem Grund ein relevantes Forschungs- und Entwicklungsziel. Erstens stellen die sich schnell entwickelnden und für einen großen Benutzerkreis oft ohne explizite Schulung eingesetzten Informationssysteme eine große Lernherausforderung an die Benutzer. Zweitens bieten Informationssysteme die Möglichkeit, in der Benutzungssituation Hilfestellungen für die Nutzung zu leisten. Vor diesem Hintergrund versteht sich der folgende Ansatz zur Unterstützung kontinuierlichen Lernens durch Visualisierung eigener Lernschritte im Aufgabenvollzug. Menschen lernen nicht primär auf Vorrat, sondern in einem fort dauernden Prozess der Instruktion, Exploration und Anwendung von

Lerninhalten. Lernen baut auf Gelerntem auf. Man lernt nur, was man im Grunde schon kennt. Solches Lernen ist in erheblichem Maße in den Kontext der Aufgabe eingebettet (Dutke and Schönflug, 1987; Paul, 1995). Diese Verknüpfung von Gelerntem mit dessen Anwendung im Aufgabenvollzug und mit neuem Lernen kann durch die Zugänglichkeit der gemachten Lernfortschritte unterstützt werden. Die Grundidee des Ansatzes ist die Aufzeichnung und Annotation von Nutzungsepisoden und ihre Visualisierung in einer späteren Aufgabensituation, bei der der Benutzer auf den gemachten Erfahrungen aufsetzen und vorherige Lösungsschritte abrufen kann. Hierzu wird folgendes Spektrum an Unterstützungsleistungen vorgeschlagen:

Individuelle Memos:	Der Benutzer kann ein Interaktionselement mit einer persönlichen Beschreibung der Funktion oder der Handhabung verknüpfen.
Interaktionsaufzeichnungen:	Der Benutzer kann die eigene Interaktionssequenz aufzeichnen und anschließend einsehen (z.B. zur Fehlerrekonstruktion).
Ablage relevanter Demos:	Der Benutzer kann aufgezeichnete Interaktionsepisoden selektieren und für spätere Situationen in einer persönlichen „Demothek“ ablegen.
Annotation von Demos:	Der Benutzer kann seine aufgezeichneten/abgelegten Aufzeichnungen mit lautsprachlichen, textlichen oder grafischen Kommentaren versehen.
Abrufen von Demos:	Der Benutzer kann mit mehreren Methoden auf seine Aufzeichnungen zugreifen: z.B. über Datum, Dokument, Applikation, Thema.
Austausch von Fragen und Antworten:	Der Benutzer und ein (entfernter) Berater können (annotierte) Aufzeichnungen bei der Lösungssuche austauschen.
Austausch von Lösungen:	Benutzergruppen können Problembeschreibungen und Lösungen in einer „Demobörse“ austauschen.

Tabelle 1: Unterstützungsmethoden für Kontexterfassung und -visualisierung

Hintergrund dieser Unterstützungsvorschläge ist die Skepsis der Benutzer gegenüber klassischen Hilfesystemen, die vom Benutzer verlangen, dass er neben seine Aufgabe tritt und in Termini des Hilfesystems sein aktuelles Problem identifiziert und mit Methoden des Hilfesystems zu lösen versucht. Benutzer bevorzugen entweder eigene Lösungen durch Probieren oder Unterstützung durch (möglichst vertraute lokale) Experten (Brockmann, 1990; Eales and Welsh, 1995; Horton, 1990; O'Malley, 1986). Hier entsteht konstruktive Kooperation in der Terminologie und Denkweise des Benutzers, die den Aufgabenkontext berücksichtigen. Je entfernter die Experten im räumlichen oder Aufgabenbezug sind, desto weniger werden sie von den Benutzern geschätzt (Bannon, 1986). Lösungen, die eigene Expertise, eigene Erfahrung und lokale Experten kombinieren, haben vor diesem Hintergrund die höchste Akzeptanz- und Nützlichkeitschance. Benutzer in Organisationen entwickeln ein Verständnis von verteilter Expertise bestimmter Experten, die sie gezielt konsultieren können (Carroll and Rosson, 1987; Nardi, 1993).

Der Nachteil solcher persönlicher Unterstützung im sozialen Umfeld besteht in der unzureichenden Zugänglichkeit der Experten und deren zeitlichen bzw. kostenmäßigen Belastung. Außerdem gibt es Schamgrenzen der Konsultierenden gegenüber den Beratern - gerade denen aus dem sozialen Umfeld stammenden - bei wiederholter Inanspruchnahme. Für diese Lernprozesse, die auf alleiniger oder unterstützter Lösungsfindung beruhen, können die vorgeschlagenen Visualisierungen der Interaktionsgeschichte nützlich sein. Was der Benutzer selbst gefunden hat, was der Berater ihm gezeigt hat, kann audiovisuell aufgezeichnet werden. Der Benutzer kann die Erklärungen des Experten ohne Angst, die einzelnen Schritte nicht zu behalten, mitverfolgen. Er kann sie im unmittelbaren Anschluss lautsprachig, textlich oder grafisch annotieren und im späteren vergleichbaren Kontext aufrufen und sich audiovisuell darstellen lassen.

Die Metapher zur Visualisierung von Lernhilfen ist der gelbe Post-it[®]-Zettel, der hier an Elemente der Anwendung oder der Arbeitsdaten geheftet und später - nur für den Benutzer oder definierte Zielgruppen sichtbar - konsultiert werden kann. Bei der Applikation wird ein zusätzliches Kontrollfeld in der Kontrollleiste angebracht, bei deren Aufruf am Mauszeiger ein Annotationsicon hängt, das auf das fragliche Element des aktuellen Fensters gezogen und ausgefüllt werden kann. In dem in Abbildung 1 gezeigten Beispiel einer Anwendung für eine Druckereiauftragsverwaltung wird ein Annotationsfenster für die Erläuterung von Kundenrabattkonventionen angelegt. Dies kann vom Benutzer selbst oder - wie in diesem Fall vom Inhalt her sinnvoll - vom Sachgebietsleiter vorgenommen werden. Entsprechend werden persönliche und öffentliche Annotationen (s. unten in dem Annotationsfenster) unterschieden.

Für Interaktionsepisode, die der Benutzer zum Zwecke der Fehlerrekonstruktion und der Lösungssicherung aufzeichnet, kann eine Videosequenz erstellt und abgelegt werden. Hier ergibt sich nicht immer ein sinnvoller räumlicher Ankerpunkt, um die Sequenz später wiederzufinden und aufzurufen. Entsprechend dienen im Sinne redundanter Zugänge das Datum/der Zeitraum, das Dokument, die Anwendung oder die Funktion als Zugang zur Episodenvisualisierung.

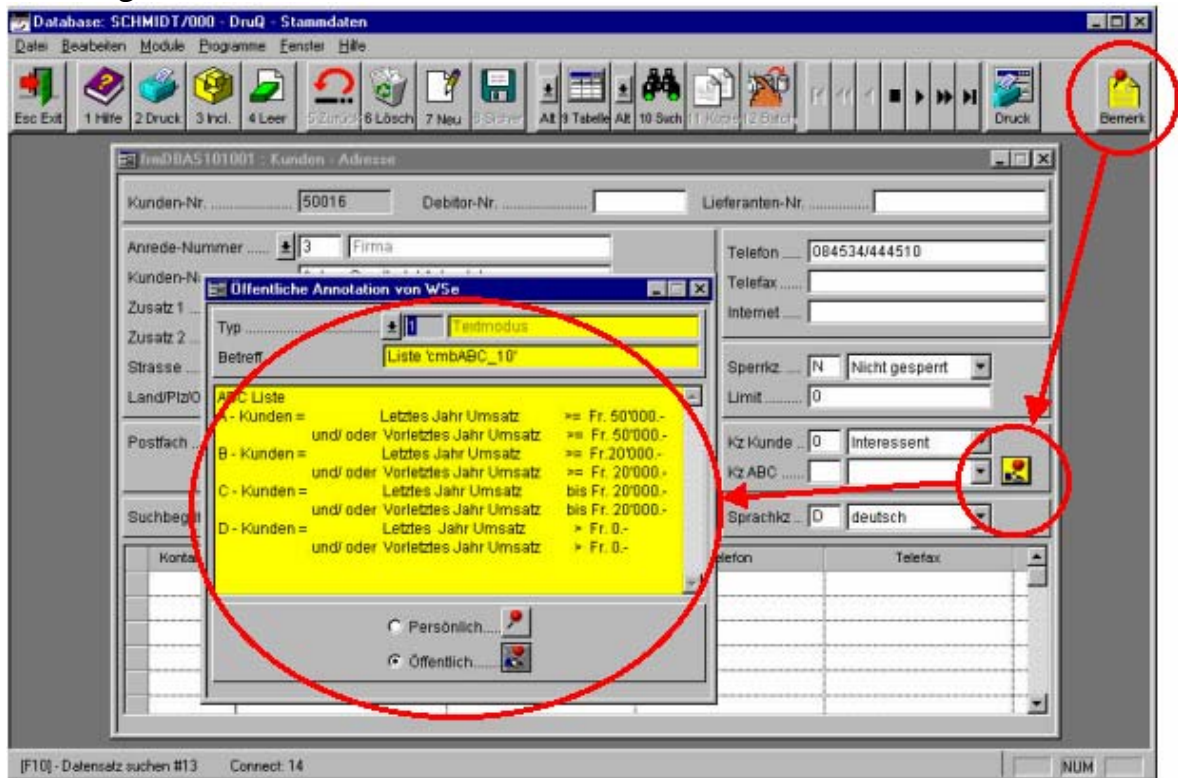


Abbildung 1: Unterstützungsmethode für Kontextannotation und -visualisierung

Die dargestellte Möglichkeit der benutzerseitig anlegbaren Annotationsfenster wurde für die ausgewählte Anwendung einer Druckerverwaltung erprobt. Die Erfahrung innerhalb eines begrenzten Zeitfensters hat gezeigt, dass die Nutzung in starkem Maße von der Einführung und von der Beteiligung der Administratoren abhängt. Wenn bei der Einführung der Anwendung die benutzerseitige Möglichkeit von Annotationen erläutert wird und wenn die Administratoren oder die Abteilungsleiter die Möglichkeiten selbst nutzen, um die Anwendung durch die Kommunikation von Nutzungshilfen oder von Vereinbarungen/Vorschriften zu erschließen, nutzen auch die Endbenutzer diese Möglichkeiten für weitergehende Hilfen für sich selbst und die Nutzergruppe. Die Technik kann eine Arbeitskultur der kooperativen Aufgabenbearbeitung und Problemlösung und einer Lernkultur von eigenständiger Exploration und dem sozialen Austausch von Entdeckungshilfen nicht erzeugen, wohl aber unterstützen.

Ausblick

Kontexterfassung, Kontextauswertung und Kontextvisualisierung müssen als ein Kontinuum betrachtet werden. Sie stehen am Anfang der Entwicklung. Ein erster Schritt stellte die Entwicklung adaptiver Systeme dar, die den Benutzer als Kontextträger berücksichtigten. Seit Systeme in die Umgebung des Benutzers integriert werden, seit Umgebungssensorik, z. B. in Form von Ortungstechnologien, in die Systemgestaltung einbezogen werden, kann die Kontexterfassung erweitert werden und wird es auch. Geeignete Heuristiken und Algorithmen stehen aber auch hier noch am Anfang, technisch Machbares ist für den Benutzer noch nicht wirklich Nützlich und die Rückmeldung (z. B. in Form von Visualisierung) muss noch feiner mit den Aufgaben und Interaktionsbedingungen des Benutzers abgestimmt werden.

Literaturverzeichnis:

- Bannon LJ, 1986. Helping Users Help Each Other. In: User Centered System Design. New Perspectives on Human-Computer Interaction (Norman DA, Draper SW, eds). Hillsdale, N.J., London: Lawrence Erlbaum Associates; 399 - 410.
- Bieber G, Bliesze M, Kirste T, Oppermann R, 2002. Aufgabenorientierte und situationsgesteuerte Computerunterstützung für mobile Anwendungen in Indoor-Umgebungen. In: Mensch & Computer 2002 (Herzceg M, Prinz W, Oberquelle H, eds). Hamburg.
- Brézillon P, 2002. Modeling and using context: Past, present and future. Technical Report. In: University Paris; 56.
- Brockmann RJ, 1990. Writing better Computer User Documentation: From Paper to Hypertext. New York: John Wiley & Sons. In.
- Carroll JM, Rosson MB, 1987. Paradox of the Active User. In: Interfacing Thought. Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction (Carroll JM, ed). Cambridge, Mass., London: The MIT Press; 80-111.
- Collins A, Brown JS, Newman SE, 1989. Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing, and Mathematics. In: Knowing, Learning and Instruction (Resnick LB, ed). Hillsdale N.J: Lawrence Erlbaum Associates; 453 - 494.
- Dutke S, Schönplflug W, 1987. When the introductory period is over: Learning while doing one's job. In: Psychological Issues of Human-Computer Interaction in the Work Place (Frese M, Ulich E, Dzida W, eds). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland); 295 - 310.
- Eales RTJ, Welsh J, 1995. Design for Collaborative Learnability. Computer Support for Collaborative Learning '95. October 17-20, 1995 Indiana University, Bloomington, Indiana U.S.A. In.
- Horton WK, 1990. Designing & Writing Online Documentation: Help Files to Hypertext. New York: John Wiley & Sons. In.

- Krogsæter M, Oppermann R, Thomas C, 1994. A User Interface Integrating Adaptability and Adaptivity. In: Adaptive User Support. Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software (Oppermann R, ed). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 97 - 125.
- Lave J, Wenger E, 1991. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mandl H, Gruber H, Renkl A, 1995. Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Information und Lernen mit Multimedia (Issing LJ, Klimsa P, eds). Weinheim: Psychologie Verlags Union; 167 - 178.
- Nardi BA, 1993. A Small Matter of Programming. Perspectives on End User Computing. Cambridge MS: The MIT Press.
- Nardi BA, 1996. Studying Context: A Comparison of Activity Theory, Situated Action Models, and Distributed Cognition. In: Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction (Nardi BA, ed): Massachusetts Institute of Technology; 69 - 102.
- O'Malley CE, 1986. Helping Users Helping Themselves. In: User Centered System Design. New Perspectives on Human-Computer Interaction (Norman DA, Draper SW, eds). Hillsdale, N.J., London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; 377 - 398.
- Oppermann R, 2003. Ein Nomadischer Museumsführer aus Sicht der Benutzer. In: Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung (Ziegler J, Szwillus G, eds). Stuttgart: Teubner Verlag; 31 - 42.
- Oppermann R, Specht M, 2000. A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide. In: Handheld and Ubiquitous Computing. Second International Symposium, HUC 2000, 25-27 September 2000 (Thomas P, Gellersen HW, eds). Bristol, UK: Springer; 127 - 142.
- Paul H, 1995. Exploratives Agieren. Ein Beitrag zur ergonomischen Gestaltung interaktiver Systeme. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag.
- Suchman LA, 1987. Plans and Situated Actions. Cambridge: Cambridge University Press, UK.