Kooperation von Workflowsystemen im World-Wide Web

Herbert Groiss, Johann Eder

Institut für Informatik
Universität Klagenfurt
Klagenfurt, AUSTRIA
e-mail:{herb,eder}@ifi.uni-klu.ac.at
URL: http://www.ifi.uni-klu.ac.at/

Zusammenfassung

Die Nutzung der Technologien des World-Wide Web eröffnet neue Möglichkeiten für die inner- und außerbetriebliche Kommunikation. Die Abwicklung von Geschäftsprozessen kann von Beginn an (z.B. Bestellung oder Buchung mittels Ausfüllen eines WWW-Formulars durch den Kunden) über WWW-Schnittstellen erfolgen. Die Geschäftsfalldaten können dabei von einem Workflow-System verwaltet werden. In diesem Artikel werden die Möglichkeiten einer Kopplung von WWW-Technologien und Workflow-Systemen aufgezeigt, als Beispiel wird das Workflow-System Panta Rhei beschrieben.

1 Einleitung

Workflowsysteme wurden für die Umsetzung, Koordination und Verwaltung von Geschäftsprozessen entwickelt und werden bereits vielfach eingesetzt [GHS95]. Sie ermöglichen neben einer besseren Dokumentation und Prozeßspezifikation vor allem eine deutlich geringere Durchlaufzeit von Geschäftsprozessen. Dies wird unter anderem durch den Wegfall der Transportzeiten für Dokumente erreicht. Die gleichzeitige Verfügbarkeit eines elektronischen Dokuments für mehrere Bearbeiter ermöglicht zudem neue, nebenläufige Prozeßstrukturen, die die Liegezeiten und Durchlaufzeiten weiter verringern können. Ein Nachteil der meisten am Markt erhältlichen Systeme ist die fehlende Offenheit und Interoperabilität dieser Systeme:

- Organisationen, die über mehrere, weitverteilte Standorte verfügen, müssen integriert werden. Manche Applikationen verbinden mehr als 4000 Arbeitsplätze, weltweit verteilt und bei Verwendung unterschiedlicher Plattformen [MAGK95].
- Schnittstellen zu Benutzern außerhalb der Organisation müssen vorhanden sein. Ein Geschäftsprozeß wird meist von außerhalb der Organisation (vom Kunden) angestoßen.
- Die Workflowsysteme unterschiedlicher Hersteller sollten über einen einheitlichen Mechanismus kooperieren können. Die diesbezüglichen Bemühungen der Workflow Management Coalition stehen noch am Anfang [Coa96].

In diesem Artikel präsentieren wir das Workflowmanagementsystem Panta Rhei[1], welches diese Funktionen enthält. Das System basiert auf der Formularfluß-Metapher. Die Koordination zwischen den einzelnen Aufgaben in einem Geschäftsprozeß erfolgt durch Weiterleiten von Formularen, die die für die Ausführung der Tätigkeit notwendigen Daten enthalten.

Die Kommunikation zwischen zwei (oder mehreren) Unternehmen erfolgt typischerweise durch Austausch von Dokumenten (Bestellung, Rechnung, ...). Der Empfang eines Dokuments initiiert auf der Empfängerseite einen Prozeß oder setzt ihn fort. Das Verschicken eines Dokuments ist ein (Teil-)Resultat eines Geschäftsprozesses. Somit kann die Formularfluß-Metapher auch zur Realisierung der Kooperation unterschiedlicher Organisationen verwendet werden. In guter Softwaretradition wird dabei die Kopplung zwischen den einzelnen Arbeitsschritten, den Prozessen und den Organisationen möglichst niedrig gehalten.

Die Verwendung normierter, strukturierter Dokumente (z.B. EDIFACT [Ber94]) erlaubt es dem Empfangssystem leichter, automatische Aktionen auf diesen Daten auszuführen. So kann zum Beispiel bei Einlangen eines Bestellformulars bereits der Lagerstand für die betroffenen Produkte automatisch überprüft und dem Bearbeiter mitgeteilt werden.

Das Internet und das WWW sind mittlerweile weitverbreitet, ihre Mechanismen ermöglichen einen einfachen Zugriff auf die Informationsressourcen am Netz sowie den Austausch von Informationen über dieses unabhängig von Ort, Hardware, Betriebssystem und Netzstruktur. Dies macht es zu einem idealen Medium für die Benutzerschnittstelle eines Workflowsystems sowie für den Austasuch von Formularen zwischen den Systemen.

Im nächsten Abschnitt erläutern wir kurz die Grundlagen des WWW, danach zeigen wir die Möglichkeiten der Unterstützung von Geschäftsprozessen durch das WWW ehe in Abschnitt 4 die Kommunikation mittels Formularen beschrieben wird. Abschnitt 5 bringt einen Überblick über das Workflowsystem Panta Rhei und Abschnitt 6 faßt die Ergebnisse zusammen.

2 Internet und World-Wide-Web

Das WWW beruht auf drei Grundkonzepten: die einheitliche Adressierung von Informationen im Internet mit dem Uniform Resource Locator (URL), der Darstellung von Information mit der Sprache HTML und der Übertragung über das HTTP Protokoll.

Das HTML (HyperText Markup Language) Format [BLC95] bietet die Möglichkeit, unterschiedliche Medientypen, wie Texte, Graphiken, Ton und Video, in einem Dokument zu vereinen. Mittels sogenannter Hyperlinks kann mit Mausklick von einem Dokument zu einem anderen verzweigt werden - komplex stukturierte Informationen können so übersichtlich präsentiert werden. Wichtig für die Interaktion mit dem WWW ist die Möglichkeit der fill-out forms, also ausfüllbarer Formulare. Sie erlauben es dem Benutzer, Daten an den Server zu schicken. Eine neuere HTML-Erweiterung erlaubt auch das Laden von Files auf den Server. Aktuelle Informationen über den Standard findet man am Web-Server des W3-Consortiums [Conb].

HTTP (HyperText Transfer Protocol [BLFF95]) ist ein einfaches Übertragungsprotokoll von Dokumenten über das Internet. Der Client (Browser) fordert ein Dokument bei einem Server an, indem eine TCP/IP Verbindung zu diesem Server aufgebaut wird und der String "GET Dokument-URL" übertragen wird. Der Server antwortet mit einigen Zeilen Statusinformation und dem Inhalt des Dokuments und schließt die Verbindung. Die Dokument-URL kann auch ein Programmaufruf am Server sein, zurückgeschickt wird dann die Ausgabe des Programms.

[1] Heraklit: "Alles fließt"

Außer der Funktion GET gibt es noch POST zum Verschicken von Formularen an den Server (Information bei [Cona]).

Große Bedeutung erlangte in letzer Zeit auch das Prinzip von mobilem Code. Dabei werden in HTML Dokumente kleine Programme, sogenannte Applets, eingebettet, die dann am Client ausgeführt werden und somit die Funktionalität des Clients erhöhen. Als Programmiersprache wird dabei vor allem Java [Sun95] eingesetzt, die meisten Browser erlauben die Ausführung von vorkompilertem Java-Code.

3 WWW und Geschäftsprozesse

Der Ablauf eines Geschäftsprozesses erfolgt im wesentlichen in den folgenden Schritten: 1. Anbahnung, 2. Initialisierung, 3. Interaktion zwischen den Geschäftspartnern (a) und interne Kommunikation (b), 4. Lieferung, 5. Bezahlung.

Diesem Schema zugrunde liegt ein allgemeiner Verkaufsprozeß, wir glauben jedoch, daß die charakteristischen Eigenschften dieser Schritte sich bei den meisten Geschäftsprozessen wiederfinden. Das WWW bietet Unterstützung für alle der obengenannten Schritte bis hin zu völligen Automatisierung:

Anbahnung: Der Anbieter von Leistungen oder Waren stellt Informationen über seine Angebote zur Verfügung, z.B. in Form von Katalogen, Prospekten, etc. Umgekehrt sucht sich der Käufer Anbieter für die ihn interessierenden Produkte aus und wählt aus der Produktpalette in Frage kommende Produkte aus.

Ersteres kann durch einen WWW-Server mit ansprechender Gestaltung und (Multimedia-)Information über die Produkte einer Organisation geschehen, sowie durch einen Online-Katalog. Die Suchfunktionen und Verzeichnisse des WWW ermöglichen das schnelle Finden von Anbietern eines gesuchten Produkts, mit der steigenden Verbreitung des Internets werden die Web-Seiten immer öfters der erste Kontakt mit potentiellen Kunden sein. Umgekehrt sind Informationen über potentielle Kunden in Mailing-Listen vorhanden, sodaß die Anbahnung von beiden Seiten ausgehen kann.

Initialisierung: Ist das Tripel Verkäufer - Käufer - Produkt identifiziert, kann ein konkreter Geschäftsprozeß gestartet werden. Dies geschieht entweder durch den Kunden mit einer Preisanfrage oder einer Bestellung oder durch den Verkäufer mit einem Angebot. Hier werden im allgemeinen strukturierte Dokumente - Formulare, verwendet.

Über WWW ist eine einfache Realisierung möglich: der Kunde füllt ein HTML-Formular aus, das automatisch ins Workflowsystem des Verkäufers weitergereicht wird. Bei Kopplung mit anderen Applikationen, z.B. Online-Katalogen, Lagerverwaltungssystemen u.ä. können dem Benutzer die nötigen Informationen bereitgestellt werden und eine vollständige und korrekte Dateneingabe abgeprüft werden. Sind die Informationen einmal im Workflow-System, können sie dem richtigen Bearbeiter zugeordnet werden.

Geht der Anstoß des Prozesses vom Verkäufer aus, kann dieser dem Kunden eine Werbebotschaft mit angefügtem Bestellformular via email schicken (vgl. Abb 3).

Die **Kommunikation zwischen Geschäftspartnern** kann im Internet schnell und kostengünstig über email erfolgen. Bei der Nutzung eines Workflow-Systems ist es allerdings vorteilhaft, alle Aktionen innerhalb des Systems ablaufen zu lassen (bessere Dokumentation, automatisierte Weiterleitung, usw.). Mit dem Austausch von HTML-Formularen kann eine direkte Übernahme in das Workflowsystem erreicht werden. Jedes teilnehmende Workflow-System muß nur definieren, welche Prozesse beim Empfangen welcher Formulartypen angestoßen oder fortgesetzt werden.

Bei Verwendung von standardisierten Dokumenten, wie den UN/EDIFACT Standard [Rap95], wird ein hoher Grad an Interoperabilität erreicht. Das Versenden von Dokumenten an Partner, die über kein Workflow-System verfügen, erfolgt über email. Bei Verwendung eines Mailprogramms, das HTML interpretieren kann, wie z.B. dem Netscape Browser [Net95], kann der Benutzer das in der email enthaltene Formular direkt lesen, ausfüllen und wieder zurückschicken. Bei verteilter Bearbeitung von Prozessen kann der gleiche Mechanismus - das Austauschen von HTML-Formularen - verwendet werden. Die Daten eines Prozesses werden zur Weiterverarbeitung an ein anderes Workflow-System weitergeschickt.

Jeder, der einen Prozeß initialisiert hat oder sonstwie beteiligt ist, sollte außerdem die Möglichkeit erhalten, sich über den weiteren Fortgang des Prozesses zu informieren. Die Verwendung von WWW ermöglicht erstens einen weltweiten Zugriff auf die Daten, zweitens werden durch die Hypertext Darstellung in HTML vielfältige Möglichkeiten bei der Präsentation der Daten eröffnet.

Die **Kommunikation innerhalb des Unternehmens** kann nun ebenfalls mittels WWW erfolgen, wenn ein Browser auch als Benutzerschnittstelle des Workflow-Systems dient. Damit erreicht man mehrere Ziele:

- Unterstützung unterschiedlicher Plattformen: Da WWW Browser bereits auf praktisch allen Hard- und Softwareplattformen verfügbar sind, ist größtmögliche Unabhängigkeit gewährleistet. Außerdem fallen Kosten für Installation, Wartung und Administration von verschiedenen Client-Implementierungen weg.

- Kurze Einarbeitungszeit: Die meisten potentiellen Benutzer des Workflow-Systems werden den Umgang mit einem Web-Browser bereits beherrschen. Somit sinkt die Schwellenangst sowie die Einarbeitungszeit in das Workflow-System.

- Mobiles Arbeiten: Die Unterstützung unterschiedlicher Plattformen, das Wegfallen der Installation von Software auf der Clientseite, sowie die lose Kopplung zwischen Server und Client erleichtert auch das verteilte Bearbeiten von Aufgaben.

Die Hersteller von Workflow- und Groupwareprodukten haben diese Möglichkeiten erkannt und bieten zunehmend Schnittstellen zwischen dem WWW und ihren Produkten an. Beispielhaft seien hier im Groupwarebereich Lotus Notes mit InterNotes und das Workgroup WebForum von Digital Equipment, im Workflowbereich Action Workflow Metro (Action Technologies) und Ultimus Workflow genannt [Pom96].

4 Interaktion durch Formulare

Wie eingangs erwähnt, ist das Senden und Empfangen von Formularen die Grundfunktionalität mit der die Interoperabilität zwischen Workflowsystemen hergestellt wird:

Senden eines Formulars: Wenn der Ablauf eines Prozesses es verlangt, ein Formular and einen anderen Server zu schicken, gibt es zwei Möglichkeiten: Ist die Zieladresse eine email-Adresse, wird der gesamte HTML-Code des Formulars als email übertragen. Mit einem geeigneten email-Betrachter kann der Formularinhalt dann verändert werden und das Formular abgeschickt werden. Ist das Ziel ein Workflowserver, verhält sich der sendende Server wie ein Client bei einem Formularsubmit, d.h. es werden nur die Inhalte der Felder übertragen.

Empfangen eines Formulars: Der Server muß überprüfen, ob das empfangene Formular von einem bekannten Typ ist. Wenn das zutrifft, muß entschieden werden, ob das Formular einen Workflow fortsetzt oder einen neuen startet oder es für dieses Formular keinen definierten Workflow gibt. In letzterem Fall werden die Daten einem Posteingangs-Bearbeiter zugewiesen, der sei dann weiterleiten kann.

Basierend auf diesem Mechanismus kann das Workflowsystem als universelles Kommunikationsmittel sogar email ersetzen. Außerdem können neue Workflows leicht in das System integriert werden, ohne daß die Geschäftspartner davon informiert werden, oder ihrerseits Aktionen veranlassen müssen. Die Partner benötigen keine Information, wie die Formulare intern gehandhabt werden.

Die Voraussetzung ist allerdings, daß die Struktur aller verwendeten Formulare vereinbart ist, dieser Thematik wenden wir uns im folgenden Abschnitt zu:

4.1 Verwendung von EDIFACT Dokumenten

EDIFACT (EDI for Administration, Commerce and Transport) bezeichnet ein Standardformat für Dokumente zum elektronischen Datenaustausch, der von der UN in Zusammenarbeit mit ISO und ANSI erarbeitet wurde [Ber94]. Es wurde sowohl der Aufbau von Dokumenten als auch die Syntax und die Zeichensätze definiert.

Für die verschiedensten Formen der geschäftlichen Interaktion wurden außerdem Dokumente definiert, z.B: RECQUOTE (Request for Quotation), ORDERS (Bestellungen) oder DELFOR (Delivery Forecast Message). Auch ad-hoc Anfragen lassen sich mit EDIFACT lösen, z.B. gibt es eine REQDOC message, die verwendet wird, wenn eine nicht formalisierte Anfrage gestellt wird.

Jedes Dokument besteht aus einer Reihe von vordefinierten *Segmenten*, jedes Segment besteht aus einem Tag - dem Namen des Segments und den dazugehörigen Daten. Die Daten werden durch ein + eingeleitet und mit ' abgeschlossen.

Datensegmente können auch iteriert und geschachtelt werden, das folgende Beispiel verdeutlicht dies:

```
Segmente            Erklärung

UNH+data'
AAA+data'
BBB:1+data'         Item 1 von BBB
BBB:2+data'         Item 2 von BBB
CCC:1+data'         Item 1 von CCC
DDD:1:1+data'       Item 1 von DDD in CCC(1)
DDD:1:2+data'       Item 2 von DDD in CCC(1)
CCC:2+data'         Item 2 von CCC
DDD:2:1+data'       Item 1 von DDD in CCC(2)
EEE+data'
UNT+data'
```

`WWW`, `AAA`, usw. sind Feldnamen, `data` bezeichnet die Feldinhalte. Das Segment `BBB` kommt zweimal vor, `CCC` ebenfalls, wobei in letzterem außerdem das Sub-Segment `DDD` vorkommt. Der Index der Iteration wird nach dem Feldnamen und einen Doppelpunkt angegeben.

4.2 Realisierung von EDIFACT Dokumenten im WWW

Um die Möglichkeiten von HTTP und HTML ausnutzen zu können, wird nur die Struktur der EDIFACT Dokumente übernommen, jedoch eine andere Syntax verwendet. Die Repräsentation der Dokumente erfolgt mit HTML Formularen, dabei bleibt die konkrete Form dem jeweiligen Workflowsystem überlassen, dies ermöglicht z.b. Benennung der Felder und Erläuterungstexte in der Landessprache, Verweise zu anderen Dokumenten, etc. Ein weiterer Vorteil von HTML ist der umfangreichere, sprachenunabhängige Zeichensatz, entgegen den EDIFACT Standards (Level A Character Set basiert auf dem Telex Zeichensatz, Level B enthält im wesentlichen die ASCII Zeichen).

Das folgende Beispiel zeigt die HTML-Source einer konkreten Repräsentation für das obige EDIFACT Beispiel:

```
UNA: <input name=UNH value="data">
AAA: <input name=AAA value="data">
BBB: <ul><li><input name=BBB:1 value="data">
    <li><input name=BBB:2 value="data">
</ul>
CCC: <input name=CCC:1 value="data">
<input name=DDD:1:1 value="data">
<input name=DDD:1:2 value="data">
<input name=CCC:2 value="data">
<input name=DDD:2:1 value="data">
EEE: <input name=EEE value="data">
UNT: <input name=UNT value="data">
```

Hier wurde zum Beispiel das Segment `BBB` als ungeordnete Liste (`ul`) dargestellt, auch eine Darstellung in Tabelleform wäre möglich. Das Ausfüllen eines solchen Formulars ist mit einem normalen Web-Browser möglich. Beim Abschicken des Formulars werden die Daten über das HTTP Protokoll übertragen. Die Synax des übertragenen Strings sieht bei unserem Beispiel folgendermaßen aus:

```
UNH=data&AAA+data&BBB:1=data ... UNT=data
```

Die Sonderzeichen, z.B. `&` oder `Return` werden durch `%nnn` dargestellt, wobei `nnn` die Oktalzahl des ASCII Codes angibt.

Zur Übertragung von Formularen ist natürlich auch email geeignet, bei HTTP erfolgt allerdings im Gegensatz zu mail eine sofortige Bestätigung, sodaß der Sender sicher sein kann, daß die Botschaft korrekt angekommen ist. Im folgenden Abschnitt wird anhand eines konkreten Systems gezeigt, wie diese Interaktionsmöglichkeiten realisiert werden können.

5 Fallbeispiel: Das Workflowsystem Panta Rhei

Das Workflowsystem Panta Rhei ist vollständig in das Web integriert, d.h. jede Benutzerinteraktion wird mit einem WWW Browser durchgeführt. Abb. 1 zeigt den Aufbau des Panta Rhei Workflow-Systems mit seinen drei Hauptkomponenten:

Der *HTTP-Server* ist die Schnittstelle des Workflow-Systems zum Netz. Anfragen von einem Client werden in Prozeduraufrufe übersetzt und an des Workflow-Managementsystem weitergeleitet. Die *Workflow-engine* selbst ist eine Sammlung von Prozeduren, die die eigentliche

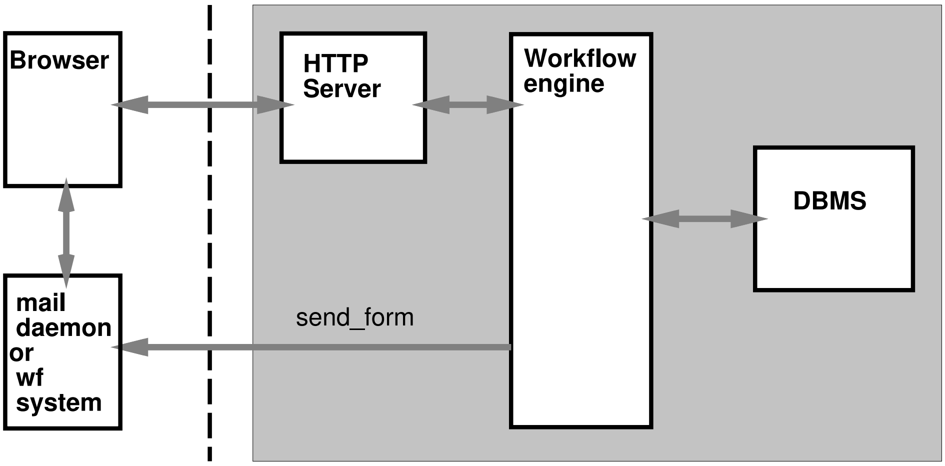

Abbildung 1: **Architektur des Panta Rhei Systems**

Funktionalität des Workflow-Systems, wie Verändern von Formularen, Beenden eines Tasks, u.ä. bereitstellt. Das *Datenbankmanagementsystem* (im konkreten Fall ORACLE) speichert alle für die Prozeßausführung relevanten Informationen. Dies sind die Prozeßdefinitionen, die Stati der laufenden Prozesse, sowie alle Benutzerdaten, die in Formularen abgelegt werden.

Als Benutzerclient kann ein beliebiger Web Browser, wie Netscape [Net95] oder Microsoft Explorer Verwendung finden. Alle oben beschriebenen Interaktionsmöglichkeiten können damit durchgeführt werden. Abb. 2 zeigt einen Bildschirm der Schnittstelle eines "normalen" registrierten Benutzers. Dieser erhält nach Anmeldung an das System eine sogenannte Tasklist (Arbeitskorb), die jeden von diesem Benutzer durchzuführenden Task in einer Zeile darstellt. Ist der Task dem Benutzer bereits fix zugeordnet, enthält die Zeile ein Submit-Feld zum Abschicken des Tasks nach Fertigstellung der Bearbeitung. Wenn der Task einer Rolle zugeordnet wurde, muß einer der in der Rolle enthaltenen Benutzer den Task übernehmen (mit "take it"). Weiters sind bei jedem Task Hyperlinks zu Prozeßbeschreibung, Taskbeschreibung und zu den zu bearbeitenden Dokumenten vorhanden.

Das Verschicken von Formularen an einen Mailer-Dämonen oder ein anderes Workflowsystem erfolgt in der oben beschriebenen Weise.

Abb. 3 zeigt ein Bestellformular als Teil einer email, die auf eine Anfrage hin verschickt wurde. Einige Positionen sind bereits vorausgefüllt, andere - wie zum Beispiel die Anzahl der gewünschten Produkte - sind noch vom Benutzer auszufüllen. Eine ebenfalls in das Formular integrierte JavaScript Routine berechnet den Gesamtpreis dynamisch. Ist das Formular ausgefüllt, erfolgt das Abschicken durch Mausklick auf den submit-Button. Dieses Formular entspricht von der Struktur einem EDIFACT ORDERS Dokument, die Anordnung der Felder, die graphischen Gestaltung und die unterstützenden JavaScript Routinen sind spezifisch für diese Organisation definiert.

6 Resümee

Die Integration von Workflow-Systemen und WWW bietet eine Reihe von neuen Möglichkeiten zur effizienten und transparenten Abwicklung von Geschäftsprozessen. Prozesse können von den Kunden direkt initialisiert werden, spätere Statusabfragen sind ebenfalls aus dem World-

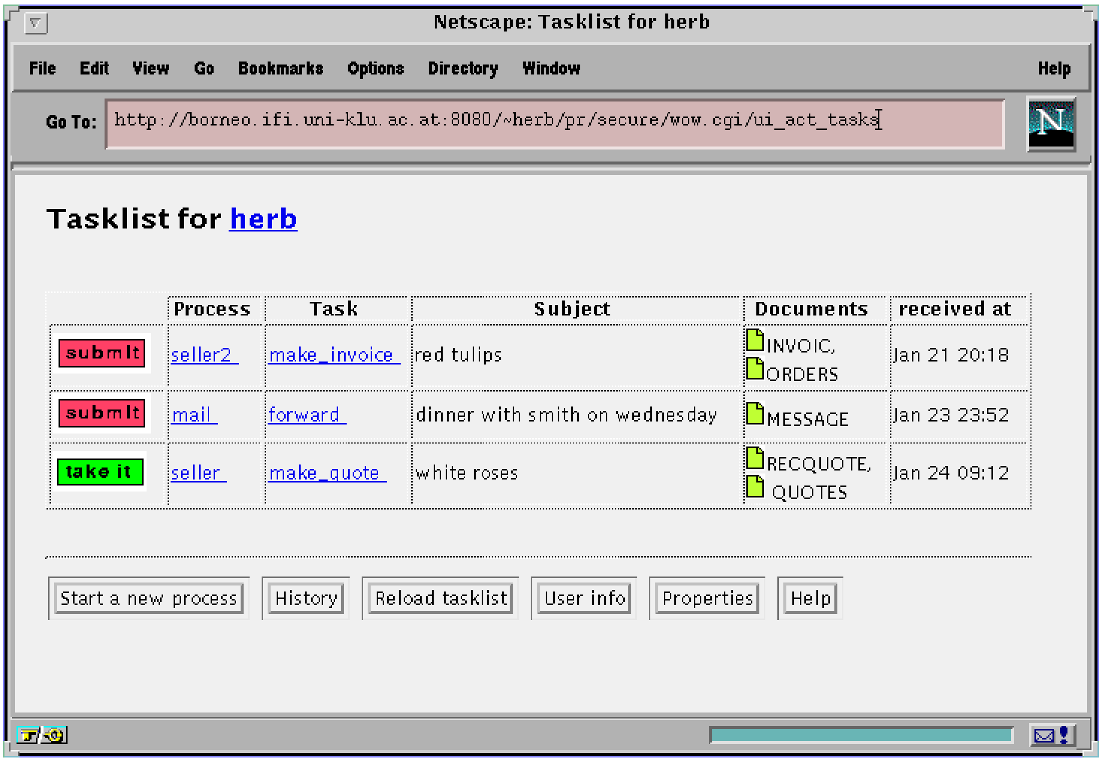

Abbildung 2: **Arbeitsliste im Netscape browser**

Wide Web möglich.

Durch Einsatz von EDIFACT Dokumenten kann die Interaktion zwischen unterschiedlichen Organisationen erheblich vereinfacht und automatisiert werden. Formulare, die von einem System erstellt wurden, können in einem anderen System weiterverarbeitet werden. Die Übertragung von EDIFACT-strukturierten Dokumenten über HTTP sowie die Darstellung in HTML ermöglicht eine einfache Verarbeitung dieser Dokumente.

Das Workflow-System Panta Rhei zeigt auf, wie diese Ziele erreicht werden können und wo die Potentiale für weitere Entwicklungen liegen.

Literatur

[Ber94] J. Berge, editor. *The Edifact Standards*. NCC Blackwell, 2nd edition, 1994.

[BLC95] T. Berners-Lee and D. Connolly. Hypertext Markup Language 2.0. http://www.w3.org/hypertext/WWW/MarkUp/html-spec/html-spec_toc.html, June 1995. Internet Draft.

[BLFF95] T. Berners-Lee, R. Fielding, and H. Frystyk. Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0. http://www.w3.org/WWW/Protocols, August 1995. Internet Draft.

[Coa96] Workflow Management Coalition. Interface4, Interoperability - Abstract Specification. Document Nr. WFMC-TC-1012, 1996.

[Cona] W3 Consortium. http://www.w3.org/pub/WWW/Protocols/HTTP/.

[Conb] W3 Consortium. http://www.w3.or/hypertext/WWW/Markup/.

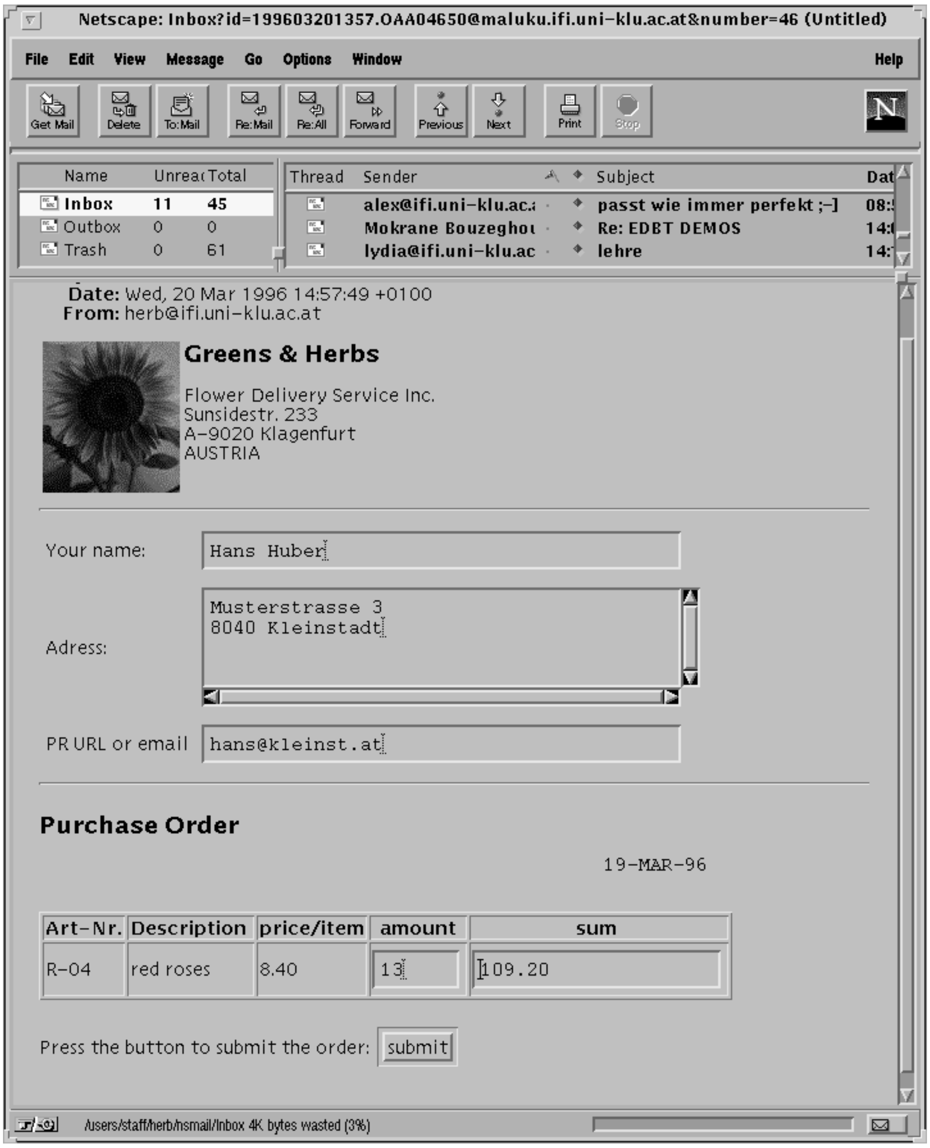

Abbildung 3: **Bestellformular als Teil einer e-mail**

[GE96] Herbert Groiss and Johann Eder. Integrating Workflow Systems and the World Wide Web. In *Workflow Handbook 1997*. Wiley & Sons, 1996.

[GHS95] D. Georgakopoulos, M. Hornick, and A. Sheth. An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation. In A. Elmagarmid, editor, *Distributed and Parallel Databases*, volume 3, pages 119–153. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1995.

[MAGK95] C. Mohan, G. Alonso, R. Günthör, and M. Kamath. Exotica: A Research Perspective on Workflow Management Systems. *Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering*, 18(1):19–26, March 1995.

[Net95] Netscape. Netscape Browser 2.0. http://home.netscape.com, 1995.

[Pom96] Tony Pompili. Intranet Products: Content and Collaboration. *PC Magazine*, April 1996.

[Rap95] UN/EDIFACT Rapporteurs. *United Nations Directories for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport*. United Nations, 1995. http://www.unicc.org/unece/trade/untid/Welcome.html.

[Sun95] Sun Microsystems. *The Java Language Specification*, 1995. http://java.sun.com/doc/language_specification.html.