Universität Stuttgart
Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner
Verbundprojekt PoliFlow

Verbundprojekt PoliFlow
Anpassungsfähige Workflow-Systeme
Zwischenbericht 12/95

Anpassungsfähige Vorgangsbearbeitung in der öffentlichen Verwaltung

Version: **1.0**

Vom: **31.12.1995**

Status: **Final**

Von: **Dipl.-Inform. Reiner Siebert**
Abteilung Anwendersoftware

Breitwiesenstraße 20-22
D-70565 Stuttgart
Telefon: D-711 7816-431 Fax: D-711 7816-424
Mail: Reiner.Siebert@informatik.uni-stuttgart.de

Anpassungsfähige Vorgangssteuerung in der öffentlichen Verwaltung

Der Inhalt dieses Abschnittes stellt eine Zusammenfassung von Zwischenergebnissen des Arbeitspaketes AWS.2 dar. Das Arbeitspaket ist noch nicht abgeschlossen; nach Beendigung werden die vollständigen Resultate in einem ausführlichen Bericht dokumentiert.

Motivation

Workflow versus Groupware?

In der Vergangenheit wurden Workflow-Systeme überwiegend zur Steuerung und Kontrolle stark strukturierter und genau definierter Vorgänge eingesetzt. Davon getrennt entwickelte sich die Unterstützung unstrukturierter Vorgänge, wie z.B. die kooperative Gruppenarbeit vorangetrieben; im Forschungsbereich CSCW werden Methoden und Verfahren für Groupware-Systeme entwickelt, um diese unstrukturierten Arbeitsvorgänge zu unterstützen.
Betrachtet man die Entwicklung der Workflow-Systeme und deren Abstammungslinien [Schoen93], so wird diese Fixierung auf stark strukturierte Vorgänge verständlich. Sowohl Abstammungslinien wie die operative Datenverarbeitung und E-Mail-Systeme, als auch klassische Anwendungsgebiete wie das Versicherungswesen, haben hierzu maßgeblich beigetragen.

Mittlerweile hat man erkannt, daß Workflow-Systeme, über die Steuerung und Kontrolle einzelner Prozesse hinaus, enorme Nutzenpotentiale aufweisen. Für einen umfassenden und erfolgreichen Einsatz der Workflow-Systeme gewinnen heute Eigenschaften wie
- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Vorgangssteuerung,
- Eignung für unterschiedlichste Vorgangstypen,
- Unterstützung von strukturierten und unstrukturierten Vorgängen

zunehmend an Bedeutung [Rathge93], [Jablon95a].

Struktur und Komplexität von Vorgängen

Die Begriffe *strukturiert*, *unstrukturiert* oder *teilstrukturiert* werden häufig verwendet aber selten näher beschrieben [Rathge93], [NasHil94]; eine exakte Definition, die auf Workflows übertragen werden kann, ist mir nicht bekannt.
Für die Ausführung eines Vorgangs durch ein Workflow-System ist wichtig, ob (bzw. wann) und mit welchem Aufwand der Vorgang hinreichend beschrieben werden kann (Kontrollfluß, Datenfluß, Ereignisse, Bedingungen etc.). Hierfür sollen die beiden folgenden Definitionen eingeführt werden:
Der Grad der *Strukturierung* eines Workflows wird durch den Zeitpunkt bestimmt, an dem unterschiedliche Teilaspekte (Umfang und Bedeutung) des Workflows bekannt sind und exakt beschrieben werden können.
Der Aufwand, der zur vollständigen Beschreibung eines Workflows erforderlich ist, stellt ein Maß für die *Komplexität* des Workflows dar.

Anpassungsfähigkeit von Workflows

Wie bereits erwähnt, gewinnt die Anpassungsfähigkeit von Workflows zunehmend an Bedeutung; Schlagwörter wie Redesign, anpassungsfähige Workflows, adaptive Systeme, Ad hoc-Workflows etc. findet man immer häufiger in der Literatur. Diese Begriffe sollen hier kurz erörtert bzw. voneinander abgegrenzt werden.

Unter der *Anpassung (Adaption)* eines Workflows sind alle Maßnahmen zu verstehen, die den weiteren Verlauf eines bereits beschriebenen Workflows in gewünschter Weise beeinflussen können.
Diese Maßnahmen werden bei der Definition oder zur Laufzeit bzw. manuell oder automatisch vorgenommen. Ein anpassungsfähiger Workflow kann also durch verschiedenste Maßnahmen an die gegenwärtige Situationen angepaßt werden.

Dabei können insbesondere drei Fälle unterschieden werden:
- Erweiterung eines Workflows
- Verfeinerung eines Subworkflows
- Änderung eines Workflows

Analyse des Anwendungsszenarios

Vorgangsbearbeitung in der öffentlichen Verwaltung

Bei einem Teil der Vorgänge in der öffentlichen Verwaltung handelt es sich um übliche Büroprozesse, wie sie auch in anderen Branchen auftreten könnten. Viele Prozesse werden aber auch durch verwaltungsspezifische Gesetze und Vorschriften beeinflußt und lassen sich somit von den üblichen Verwaltungsprozessen abgrenzen.
Typisch für die öffentliche Verwaltung sind genaue Stellenbeschreibungen, genaue Regelungen bzgl. Verantwortung und Kompetenzen und spezielle Verfahren wie z.B. das Mitzeichnungsverfahren oder Richtlinien für öffentliche Ausschreibungen. Typisch ist z.B. die Zuordnung von einem Kunden zu dem zuständigen Bearbeiter aufgrund des Anfangsbuchstabens seines Nachnamens. Diese Regelungen sollen die Verteilung der Arbeiten erleichtern, selbständiges Arbeiten fördern, Zuständigkeitsbereiche festlegen und überflüssigen Kommunikationsaufwand reduzieren.

Trotzdem finden sich auch in der Verwaltung, insbesondere in komplexen und langdauernden Vorgängen, Entscheidungspunkte, Gruppenaktivitäten, unstrukturierte Teilvorgänge und die Notwendigkeit zu dynamischen Anpassungen. Dies trifft auch auf das Anwendungsszenario der Erstellung der HU-Bau zu, das sich daher besonders für eine Analyse eignet; die Ergebnisse dürften eine hohe Relevanz und Übertragbarkeit besitzen [MayKop95a].

Anpassungen im Anwendungsszenario

Das Anwendungsfeld und insbesondere das Musterszenario, die Erstellung der HU-Bau, wurden auf Anpassungen hin untersucht [MayKop95a] [MayKop95b]. Die Ergebnisse dieser Analyse werden hier durch einige Beispiele dargestellt:

Beispiel 1:
Im Normalfall wird der Hauptprozeß, die Erstellung der HU-Bau erst begonnen, wenn bestimmte Vorbedingungen erfüllt sind, wie z.B. die Genehmigung der Kostenvoranmeldung Bau. In Ausnahmefällen wie bei zeitlich kritischen Baumaßnahmen kann der Prozeß jedoch auch zuvor eingeleitete werden (Knoten 1)[1]. Der überwiegende Teil der Prozesse wird nach dem üblichen Schema bearbeitet und beendet; ein Teil der Prozesse wird jedoch auch aus unterschiedlichen, nicht vorhersehbaren (z.B. politischen) Gründen eingestellt.

Beispiel 2:
An mehreren Stellen des Prozesses müssen unter bestimmten Umständen verschiedene Dokumente besorgt werden. Diese Beschaffungsaktivitäten können nicht fest geplant werden sondern hängen stark von den aktuellen Gegebenheiten ab wie z.B. die “anderweitige Beschaffung des genehmigten Bauantrages”, falls dieser bei der TAM[2] nicht vorliegt (Knoten 3).

Beispiel 3:
Durch die Komplexität des Prozesses und die Vielfalt der Arbeiten, die bei der Erstellung der HU-Bau anfallen, sind in Problemfällen Rückfragen oder (interne und externe) Kontakte erforderlich. Weder die Notwendigkeit, noch die Art der Ergebnisse können detailliert vorausgeplant werden, beeinflussen aber die weitere Bearbeitung des Prozesses (Gespräche mit Nutzern oder Fachleuten wie Elektro oder Sanitär - Knoten 3).

Beispiel 4:
Auch beim Abzeichnen von Dokumenten und Zwischenständen sind in einigen Sonderfällen Ausnahmen vorgesehen (Termindruck oder hohe Kosten). Diese Sonderfälle können nicht immer genau definiert werden, sondern hängen von verschiedenen Prioritäten ab, welche die jeweils Verantwortlichen selbst abschätzen müssen (Bsp. Verfügung für das Bauamt - Knoten 3).

Beispiel 5:
Im Verlauf des Prozesses, gibt es eine dynamische Zuordnung von Ressourcen. Beispielsweise werden die Aufgaben an Entscheidungspunkten direkt an Mitarbeiter verteilt bzw. neue Teams zusammengestellt (Knoten 5, 8, 9) oder Zeitpläne angepaßt (Knoten 8, 9).
Ebenfalls dynamisch werden in einigen Fällen ganze Aktivitäten oder Subprozesse ausgelagert und an externe Anbieter vergeben, weil entweder keine Kapazitäten frei sind oder zusätzliche Aktivitäten (z.B. Denkmalschutz, Ausschreibungen) erforderlich werden (Knoten 5).

Beispiel 6:
Der überwiegende Teil dieser Anpassungen erfolgt manuell, ausgelöst durch Prioritäten oder Entscheidungen der verantwortlichen Mitarbeiter/innen. In fast allen komplexen Prozessen treten aber auch Anpassungen auf, die vorhersehbar und automatisierbar sind, da sie von Parametern abhängen, die zur Laufzeit bekannt gemacht werden. So entscheidet z.B. die Größe eines Teilauftrages über die Form der Ausschreibung oder das Genehmigungsverfahren (Knoten 6a).

[1] Die Verweise beziehen sich auf die Vorgangsanalyse in [MayKop95a].
[2] TAM .. Technische Aufsichtsbehörde in der Mittelinstanz.

Anforderungen an die Anpaßbarkeit in WFMS

Zum Teil gibt es mehrere Lösungswege, die oben genannten Anpassungen zu realisieren. In einigen Fällen ist es möglich die Problematik der Anpassungen durch eine detaillierte Modellierung zumindest zu entschärfen, was jedoch mit beträchtlichem Aufwand verbunden sein kann.

Aus den konkreten Beispielen lassen sich die folgenden allgemeinen Anforderungen ableiten:

- Variable Beschreibung des Workflows
  durch Variablen, Bedingungen, Prädikate etc. (Beispiele: 1, 4, 6).
- Anpassung von (einzelnen) bereits definierten Parametern
  wie z.B. Bedingungen, Bearbeitungszeiten, Bearbeiter etc. (Beispiele: 1, 4, 6).
- Modellierung der Workflows, daß die Anpassungen in die Bearbeitung der Aktivitäten fallen und der zuständige Bearbeiter somit die alleinige Verantwortung trägt (Beispiele: 3, 5).
- Explizites Modellieren von Entscheidungspunkten.
  Dadurch wird die Entscheidung ebenfalls von einem Bearbeiter gefällt, die Anpassung wird im Gegensatz zum letzten Fall jedoch deutlich sichtbar und nachvollziehbar (Beispiele: 1, 3, 6).
- Starten von Zusatzaktivitäten in Ausnahmefällen (Beispiele: 2, 3, 5).
- Hinzufügen von neuen Subworkflows durch Verfeinerung oder Erweiterung.
  Hierbei müssen in der Regel definierte Bedingungen und Regeln eingehalten werden (Beispiele: 2, 3, 5).
- Auslassen oder Verschieben bereits definierter Subworkflows/Aktivitäten.
  Hierbei wird in der Regel wieder auf dem vordefinierten Workflow aufgesetzt. Als Extremfall kann hier das außerplanmäßige Beenden eines Workflows betrachtet werden (Beispiele: 1, 4).

Mit der Anpassung von Workflows sind einige grundsätzliche Frage- bzw. Problemstellungen verbunden, die bewertet und gelöst werden müssen.

- Warum sind diese Anpassungen erforderlich geworden?
- Inwieweit waren die Anpassungen vorhersehbar?
- Können die Anpassungen benutzerfreundlich durchgeführt werden?
- Soll ein Vorgang lediglich anpaßbar sein oder müssen die vorgenommenen Anpassungen protokolliert werden bzw. mögliche Alternativen nachvollzogen werden können?
- Soll lediglich ein spezieller, laufender Vorgang (Instanz) angepaßt werden oder handelt es sich um globale Änderungen (Typ)? Wie sollen sich diese allgemeinen Änderungen auf bereits laufende Instanzen auswirken?
- Wer darf welche Workflow-Aspekte wann ändern? Werden diese Rechte statisch oder dynamisch vergeben?
- Können bestimmte Anpassungen frei vorgenommen werden oder stehen verschiedene Anpassungen zur Auswahl? Gibt es Regeln oder Bedingungen, die bei der Anpassung erfüllt werden müssen?

Lösungsansätze

Flexible Vorgangssteuerung

Anpassungen erfolgen immer bezüglich eines bereits definierten Workflows und hängen zum Teil auch von der Mächtigkeit der Beschreibungssprache ab. Das bedeutet, daß ein Teil der typischen Anpassungen mit einer entsprechenden Modellierung bereits abgedeckt werden könnte.

Ein wesentlicher Lösungsansatz besteht also in der Vermeidung manueller Anpassungen. Dies kann zum einen durch eine besonders mächtige Workflow-Beschreibung geschehen, bei der z.B. bestimmte Ausnahmefälle einfach abgedeckt werden können. Zum anderen kann ein Teil der Anpassungen automatisiert werden, wenn die möglichen Ausführungsalternativen des Workflows im voraus bekannt sind.
Einige grundlegende Konzepte hierfür werden bereits als selbstverständlich betrachtet und sind in bestehenden Systemen realisiert: Variablen in Kontrollstrukturen, zusammengesetzte Kontrollstrukturen, Berücksichtigung von Ereignissen, Modularisierung des WFMS (z.B. Organisationsdienst, Rollenkonzept) etc.

Diese sind jedoch bei weitem nicht ausreichend. Die bestehenden Ansätze müßten integriert und könnten in vielen Bereichen erweitert werden. Einige Beispiele werden im folgenden kurz aufgeführt [Sieber95]:

- Kontrollstrukturen
  Neben präskriptiven werden deskriptive (oder auch eigendefinierbare) Kontrollstrukturen unterstützt.
- Bedingungen oder Prädikate
  Bedingungen oder Prädikate basieren nicht nur auf internen Variablen, sondern lassen auch Auswertungen über Workflow-relevante Anwendungsdaten oder Ereignisse zu.
- Ereignisse und Historie
  Neben der Verwendung von Ereignissen (interne, externe, zeitbezogene, zusammengesetzte) wird die Workflow-Historie integriert und kann ebenfalls zur Steuerung eingesetzt werden (Bsp. Rollenauflösung, Rückfrage etc.). Auch die Berücksichtigung kausaler Aspekte trägt zu einer flexiblen Steuerung bei.
- Modulare Architektur des Organisationsdienste
  Auch die Zuordnung der Aktivitäten muß äußerst flexibel erfolgen können. Neben der direkten Zuweisung (an einen Aktor), der indirekten Zuweisung (an eine Rolle) und der Zuweisung an eine Gruppe (synchron/asynchron) können verschiedene Strategien zur Rollenauflösung zur Verfügung gestellt werden (auch eigendefinierbar).
- Modellierung typischer Regelungen
  Durch Integration von speziellen Konzepten können bestimmte Anpassungen unterstützt werden (wie z.B. der Delegation, der Rückfrage, Stellvertreterkonzept, Wiedervorlage etc.).

Modellierung von Änderungsrechten

Neben diesen automatisierten Anpassungen ist dennoch die Möglichkeit zu manuellen Anpassungen erforderlich. Dies kann aus unterschiedlichen Gründen erforderlich sein (Reduzierung der Modellierungsaufwandes, Eintreten unvorhersehbarer Ereignisse, Freiheiten und Entscheidungsbefugnisse der Bearbeiter etc.).

Hierfür muß definiert werden, welche Änderungen von welcher Person vorgenommen werden dürfen. Es wurde deutlich, daß die Anpassungen sehr vielfältig sein können, was die komplette Deklaration der Rechte aller möglicher Anpassungen ausschließt. Daher werden meistens Klassen gebildet, wobei in der Regel beteiligte Personen zu Rollen zusammengefaßt werden.

❑ Workflow-Rollen
In den meisten Systemen existiert bereits ein Rollenkonzept, durch das die Träger einer Rolle mit bestimmten Rechten an den Workflows versehen werden. Häufig beschränken sich diese jedoch auf Rollen wie Entwickler, Administrator und Eigentümer.
Diese statische Klassenbildung stößt an ihre Grenzen, wenn bestimmte Rechte dynamisch vergeben werden sollen (Wann dürfen welche Änderungen vorgenommen werden?) - wenn z.B. dem Bearbeiter eine Aktivität während der Bearbeitung höhere Rechte eingeräumt werden sollen, als nach Abschluß der Aktivität.

❑ Workflow-Typen
Eine weitere Möglichkeit bietet die Klassifikation von Workflows. So können z.B. die Änderungsrechte mit dem Workflow-Typ gekoppelt werden. Je nach Einstufung des Workflows (z.B. Vorgabe, Anleitung, Unterstützung) könnten dann unterschiedliche Rechte zur Anpassung vergeben werden.

❑ Art der Anpassung
Die Verwendung dieser beiden Konzepte wird zusätzlich unterstützt, wenn die Änderungsrechte selbst ebenfalls klassifiziert werden. So können vergleichbare Anpassungen zu Klassen zusammengefaßt werden, die sich durch den Grad der Auswirkungen unterscheiden. Für schwerwiegende Änderungen können dann höhere Rechte gefordert werden als für kleinere Änderungen, die sich z.B. nur lokal auswirken und den weiteren Verlauf des Workflows nicht maßgeblich beeinflussen.

Weil die Definition dieser Rechte sehr aufwendig ist und sich Workflows auch automatisch anpassen können, kann hier das Konzept der Vererbung eingesetzt werden. Bei der Delegation einer Aktivität werden dann z.B. bestimmte Rechte weitergegeben; auch der Typ eines Workflows kann z.B. bei einer Verfeinerung oder Erweiterung eines Subworkflows vererbt werden.

Integritätsbedingungen

Neben der expliziten Definition der Änderungsrechte stellen Integritätsbedingungen eine weitere Möglichkeit dar, manuelle Anpassungen zu kontrollieren oder einzuschränken. Werden diese Integritätsbedingungen bei anfallenden Änderungen überprüft, so läßt sich feststellen, ob sie zulässig sind und durchgeführt werden können oder ob sie die Integrität des Workflows verletzen und daher abgewiesen werden müssen.

Auch eine Kopplung mit den oben genannten Änderungsrechten kann sinnvoll sein. So könnten z.B. einige strukturelle Integritätsbedingungen definiert werden, welche die korrekte Ausführung des definierten Workflows garantieren und den Bearbeitern des Workflows trotzdem noch einen gewissen Spielraum lassen. Sind umfangreichere Änderungen erforderlich, die die Bedingungen verletzen würden, können diese z.B. nur von einer speziellen, autorisierten Person durchgeführt werden.

Integritätsbedingungen eines Workflows können zum Teil automatisch abgeleitet werden. Werden z.B. die Eingabedaten eines Subworkflows B lediglich in Subworkflow A generiert, können dessen Ausgabedaten nicht beliebig geändert werden, ohne die Integrität des Workflows zu verletzen. Darüber hinaus können weitere Integritätsbedingungen manuell deklariert werden, die dann sowohl bei der Bearbeitung der Aktivitäten eingehalten, als auch bei manuellen Anpassungen gewährleistet werden müssen.

Integration von unstrukturierten Vorgängen durch Ad Hoc-Modifikation

Im Zusammenhang mit flexiblen und anpassungsfähigen Workflows treten zwei weitere Probleme auf:

❑ Definition der Workflows

Um einen Workflow sehr flexibel ausführen zu können sind in der Regel eine Vielzahl von Informationen erforderlich, die zu Beginn definiert werden müssen. Grundsätzlich bedeutet dies, daß eine relativ einfache Kontrolle mit geringem Definitionsaufwand erreicht werden kann, eine äußerst flexible Kontrolle aber auch einen hohen Definitionsaufwand erfordert.

Es muß also das Ziel sein, jeden Workflow (bzw. Subworkflow) mit minimalem Aufwand definieren zu können. Hierfür eignet sich eine stark modulare Beschreibung, mit der sich verschieden Aspekte beliebig kombinieren lassen [Sieber95].

❑ Behandlung von Ad hoc-Modifikationen

Bei der Durchführung eines Workflows stellt man häufig fest, daß weitere Aktivitäten erforderlich sind, die durch den Bearbeiter ergänzt werden müssen. Die Aktionen dieser Ad hoc-Workflows sollen jedoch auch für andere sichtbar sein oder später nachvollzogen werden können. Eine Möglichkeit dies zu erreichen ist die Protokollierung dieser Zusatzaktionen (z.B. in der Historie).

Alternativ kann jedoch auch die aktuelle Vorgangsbeschreibung angepaßt werden. Da diese Anpassungen vom Benutzer selbst und nicht von einem speziellen Designer vorgenommen werden müssen, ist auch hierfür eine einfache, benutzerfreundliche Realisierung erforderlich. Durch die oben genannte modulare Komposition verschiedener Aspekte sollte das jedoch möglich sein, falls graphische Definitionswerkzeuge und Workflow-Bibliotheken zur Verfügung gestellt werden.

Auf diese Art können Anpassungen durch den Benutzer vorgenommen werden, was eine bedeutende Erweiterung der bisherigen Workflow-Systeme darstellt. Durch das explizite Modellieren von Entscheidungspunkten, an denen dann Veränderungen vorgenommen werden können, oder durch eine grobe Beschreibung von Subworkflows, die dann später verfeinert werden können, erreicht man ein Lösen vom starren Workflow-System und die Integration unstrukturierter Vorgänge.

Zusammenfassung und Ausblick

Ein mächtige und flexible Beschreibung der Workflows stellt also die Basis für diese Lösungsansätze dar. In der Beschreibung sollen nicht nur die unterschiedlichsten Workflow-Aspekte dargestellt werden, die zur Ausführung erforderlich sind; sie soll auch historische Informationen beinhalten und Aufschluß über erfolgte Anpassungen geben. Damit stellt sie auch eine wertvolle Informationsbasis für das Monitoring und für ein Vorgangsinformationssystem dar.
Durch die explizite Beschreibung von Änderungsrechten und Integritätsbedingungen werden manuelle Anpassungen überwacht, mit Hilfe eines modularen, graphischen Definitionswerkzeugs und Prozeßbibliotheken können die Anpassungen benutzerfreundlich durchgeführt werden.
Auf diese Weise können auch unstrukturierte, gruppenorientierte Vorgänge integriert und vom Workflow-System unterstützt werden.

Literaturhinweise:

[Jablon95a] Jablonski, Stefan : Workflow-Management-Systeme: Modellierung und Architektur. Thomson's Aktuelle Tutorien, Band 9. Berlin: Thomson, 1995.

[NasHil94] Nastansky, Ludewig; Hilpert, Wolfgang : The GroupFlow System : A Scalable Approach to Workflow Management between Cooperation and Automation. In Wolfinger, Bernd (Hrsg.) : Innovation bei Rechen- und Kommunikationssystemen. Springer, Informatik Aktuell. Springer.

[Rathge93] Rathgeb, Michael: Work Flow Management auf der Basis verteilter Informationssysteme. In Bullinger H.J. (Hrsg.); Warneke, H.J. (Hrsg.) : Dokumenten Management : Workflow Automation und Information Retrieval, , IAO Forum Forschung und Praxis, Band T 37. Berlin: Springer, 1993.

[MayKop95a] Mayer, Renate; Kopperger, Dietmar : Geschäftsprozeßanalyse Bauvorhaben. PoliFlow-Projektbericht am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement. Universität Stuttgart, Juni 1995.

[MayKop95b] Mayer, Renate; Kopperger, Dietmar : Schwachstellenanalyse HU-Bau. PoliFlow-Projektbericht am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement. Universität Stuttgart, November 1995.

[Schoen93] Schoenecker, Horst G. : Vorgangssteuerungssysteme - Ist der Anwender bereit. In Bullinger H.J. (Hrsg.); Warneke, H.J. (Hrsg.) : Dokumenten Management : Workflow Automation und Information Retrieval, IAO Forum Forschung und Praxis, Band T 37. Berlin: Springer, 1993.

[Sieber95] Siebert, Reiner : Anpassungsfähigkeit in Workflow-Systemen : Modellierung und Beschreibung anpassungsfähiger Workflows. PoliFlow-Projektbericht am Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner der Universität Stuttgart. Stuttgart, Juni 1995.