

ADEPT2 – Ein adaptives Prozess-Management-System der nächsten Generation *

Peter Dadam*, Hilmar Acker*, Kevin Göser*, Marin Jurisch*, Ulrich. Kreher*,
Markus Lauer*, Stefanie Rinderle*, Manfred Reichert*

*Universität Ulm

Abt. Datenbanken und Informationssysteme
89069 Ulm

*{vorname.nachname}@uni-ulm.de

*M.U.Reichert@ewi.utwente.nl

*Universität Twente

Information Systems Group
7500 AE Enschede, NL

Abstract: Prozess-Management-Systeme müssen gegenüber dem heutigen Stand der Technik erheblich leistungsfähiger werden, um für ein wirklich breites Anwendungsspektrum einsetzbar zu sein: Neue Prozesse müssen sehr viel rascher implementierbar sein, zur Laufzeit müssen bei Bedarf Ad-hoc-Abweichungen vom modellierten Prozessschema unterstützt werden und bei Änderungen am Prozessschema selbst, müssen die bereits laufenden Prozessinstanzen – falls erforderlich – systemseitig auf das neue Schema migriert werden können; und dies alles unter systemseitiger Zusicherung von Konsistenz und Robustheit der (weiteren) Prozessausführung. Der Beitrag beschreibt, wie diese Herausforderungen und Probleme im ADEPT2-System adressiert bzw. gelöst werden.

1 Einführung

Unter Begriffen wie Workflow Management (WFM), Business Process Management (BPM), Enterprise Application Integration (EAI) oder Service-orientierte Architekturen (SOA) kommen derzeit vermehrt Technologien auf den Markt, die alle die Realisierung prozessorientierter Informationssysteme (IS) zur rechnerbasierten Unterstützung von Geschäftsprozessen im Fokus haben [DAH05]. Sie verfolgen das Ziel, die Effizienz und Anpassungsfähigkeit der Unternehmen hinsichtlich ihrer internen Abläufe (Prozesse) zu steigern sowie ihre Interaktion mit Kunden und Geschäftspartnern besser zu unterstützen. Damit diese Technologien auch tatsächlich den gewünschten Nutzen erbringen, sollten sie eine Reihe grundlegender Anforderungen erfüllen:

1. Sie müssen ein breites Einsatzspektrum abdecken, also z.B. nicht nur einfache Dokumenten-Workflows, sondern auch Anwendungsintegration ermöglichen.

* Die Entwicklung von ADEPT2 wird vom Land Baden-Württemberg im Rahmen des AristaFlow-Projektes gefördert (siehe www.AristaFlow.de).

2. Sie müssen eine sehr viel raschere Implementierung neuer Prozesse unterstützen als sie mit heutiger Technologie möglich ist.
3. Die Prozessimplementierung muss erheblich kostengünstiger erfolgen können, insbesondere müssen die so realisierten prozessorientierten IS robust und stabil laufen.
4. Spätere Änderungen am Prozess (genauer am Prozessschema; s. unten) müssen ebenfalls einfach und kostengünstig durchführbar sein. Vor allem für lang laufende Prozesse muss in diesem Zusammenhang auch eine „On-the-fly“-Anpassung bereits laufender Prozessinstanzen an das neue Prozessschema möglich sein (eine Diskussion entsprechender Anforderungen findet sich z.B. in [AaBa02, CCPP98, Wesk01]).
5. Die Einführung prozessorientierter IS darf nicht dazu führen, dass die Flexibilität des Unternehmens eingeschränkt wird. Insbesondere sollte es für autorisierte Benutzer möglich sein, bei Bedarf vom geplanten Ablauf (d.h. dem vom Entwerfer festgelegten Prozessschema) abweichen zu können. D.h. Endanwender müssen in der Lage sein, für einzelne Prozessinstanzen ad hoc Prozessschritte einzufügen, zu löschen oder zu verschieben, und zwar ohne dass dies „am System vorbei“ erfolgen muss und ohne dass Ausführungsfehler im weiteren Verlauf resultieren.

Diese Anforderungen werden von den auf dem Markt angebotenen Systemen (siehe z.B. [DAH05]) derzeit nicht oder nur in stark eingeschränkter Form erfüllt. Insbesondere die Fähigkeiten, ad hoc vom geplanten Ablauf abweichen oder laufende Instanzen auf ein geändertes Prozessschema migrieren zu können, sind heute entweder überhaupt nicht oder nur in einem sehr eingeschränkten Umfang vorhanden. Oftmals werden weitergehende bzw. speziellere Prozessunterstützungsfunktionen innerhalb des Anwendungssystems realisiert (vgl. Abbildung 1), d.h. das Risiko von Ausführungsfehlern wird teilweise oder komplett auf den Anwendungsentwickler bzw. den Anwender verlagert.

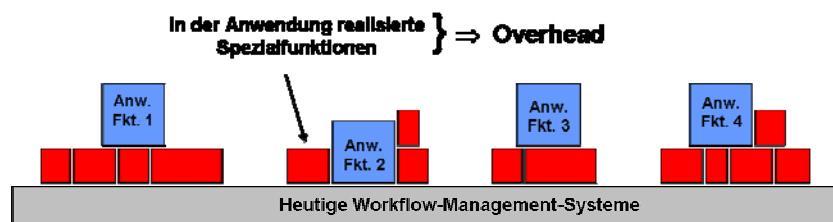


Abbildung 1: Overhead durch Realisierung von systemnahen Spezialfunktionen im Anwendungssystem (vgl. auch Abbildung 5)

Die in der Forschungsgruppe von Prof. Dadam an der Universität Ulm in jahrelanger Forschungs- und Entwicklungsarbeit entstandene ADEPT-Technologie markiert derzeit die Spitze des technologischen Fortschritts im Bereich adaptiver Prozess-Management-Systeme und stellt einen technologischen Quantensprung gegenüber den derzeit auf dem Markt befindlichen Systemen dar. Auf Basis der ADEPT-Technologie können prozessorientierte IS realisiert werden, die sowohl ein sehr breites Anwendungsspektrum abdecken können als auch um Größenordnungen flexibler und leichter anpassbar sind,

als es mit derzeit auf dem Markt befindlichen Systemen möglich ist. Diese Technologie wird im Folgenden kurz vorgestellt. Hinweise auf weiterführende Informationen sowie zum Stand der Entwicklung finden sich am Ende dieses Beitrages.

Der Rest dieses Beitrags gliedert sich wie folgt: Kapitel 2 skizziert den ADEPT-Ansatz zur Komposition prozessorientierter IS mittels Plug & Play. Davon ausgehend wird in Kapitel 3 dargestellt, wie Ad-hoc-Prozessänderungen in einem solchen IS von Benutzern vorgenommen werden können und wie sich hierbei ihre Interaktion mit dem System darstellt. Dem folgt in Kapitel 4 eine Auseinandersetzung mit Prozessschemaänderungen und On-the-fly-Anpassungen bereits laufender Prozessinstanzen. Der Beitrag schliesst mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick in Kapitel 5.

2 Entwicklung prozessorientierter IS mittels Plug & Play

Ein neuer Prozess wird realisiert, indem zunächst eine Prozessvorlage (auch Prozessschema genannt) erzeugt wird, welche die gewünschte Abfolge der Prozessschritte (sequentiell, parallel, alternative Ausführungspfade, Schleife usw.) beschreibt. Diese Prozessvorlage wird entweder neu erstellt oder es wird eine bereits vorhandene Vorlage aus dem Prozessvorlagen-Repository ausgewählt und geeignet angepasst („process cloning“). Anschließend werden den einzelnen Prozessschritten konkrete Anwendungsfunktionen (z.B. „Auftrag einbuchen“, „Material bestellen“, „Fertigung planen“ etc.) zugeordnet. Konkret werden diese aus dem Komponenten-Repository ausgewählt und per Drag & Drop an der gewünschten Stelle in die Prozessvorlage eingefügt (siehe Abbildung 2).

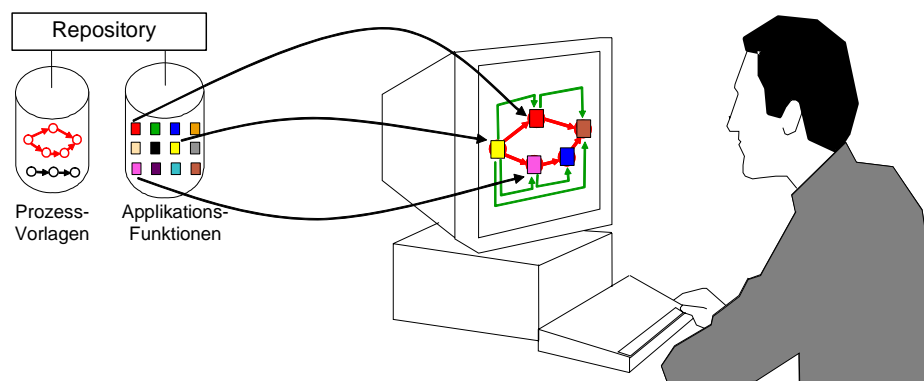


Abbildung 2: Komposition prozessorientierter IS mittels Plug & Play

Im Anschluss an diese beiden Schritte, analysiert der ADEPT-Prozesseditor, ob eine „Verschaltung“ der Anwendungsfunktionen in dieser Reihenfolge technisch realisierbar ist, d.h. ob unter allen möglichen Ausführungsreihenfolgen, die das Prozessschema zulässt, stets alle Aufrufparameter der Anwendungsfunktionen versorgt sind. Darüber hinaus werden weitere, umfangreiche Korrektheitsprüfungen durchgeführt, etwa auf unerlaubte Zyklen oder mögliche Verklemmungen (Deadlocks). Oberstes Ziel all dieser

Analysen ist es, spätere Laufzeitfehler so gut wie möglich auszuschließen. Nur Prozessvorlagen, welche diese Korrektheitsprüfungen erfolgreich durchlaufen haben, können an das ADEPT-Prozess-Management-System zur Erzeugung und Ausführung von Prozessinstanzen übergeben werden.

3 Unterstützung von Ad-hoc-Abweichungen

Eine solch komfortable „Komposition“ prozessorientierter IS ist natürlich sehr attraktiv, ermöglicht sie es doch, sehr rasch neue, robust laufende Prozesse zu implementieren. Sie stellt aber noch keinen wirklich großen technologischen Fortschritt gegenüber dem heutigen Stand der Technik dar, wenn die auf diese Weise realisierten Systeme anschließend – wie heute üblich – entweder starr am durch das Prozessschema vorgegebenen Ablauf festhalten müssen oder aber funktional stark eingeschränkt sind (z.B. auf reinen Dokumenten-Workflow). Sollen Prozess-Management-Systeme breit einsetzbar sein, dann müssen sie bei Bedarf auch in der Lage sein, Ad-hoc-Abweichungen vom vorgeplanten Ablauf zuzulassen, sofern hierdurch die Korrektheit der Ausführung weiterhin gewährleistet bleibt. Die Durchführung solcher Ad-hoc-Abweichungen muss so einfach gestaltbar sein, dass sie vom Endbenutzer (eine entsprechende Autorisierung vorausgesetzt) in der Regel selbst durchgeführt werden können.

Die Abbildungen 3a – 3h illustrieren, wie eine solche Interaktion auf Basis der ADEPT-Technologie realisiert werden kann.



a) Eine Ausnahmesituation tritt auf



b) Benutzer betätigt den „Ausnahmeknopf“



c) Benutzer wählt Art der Änderung



d) Benutzer wählt einzufügenden Schritt

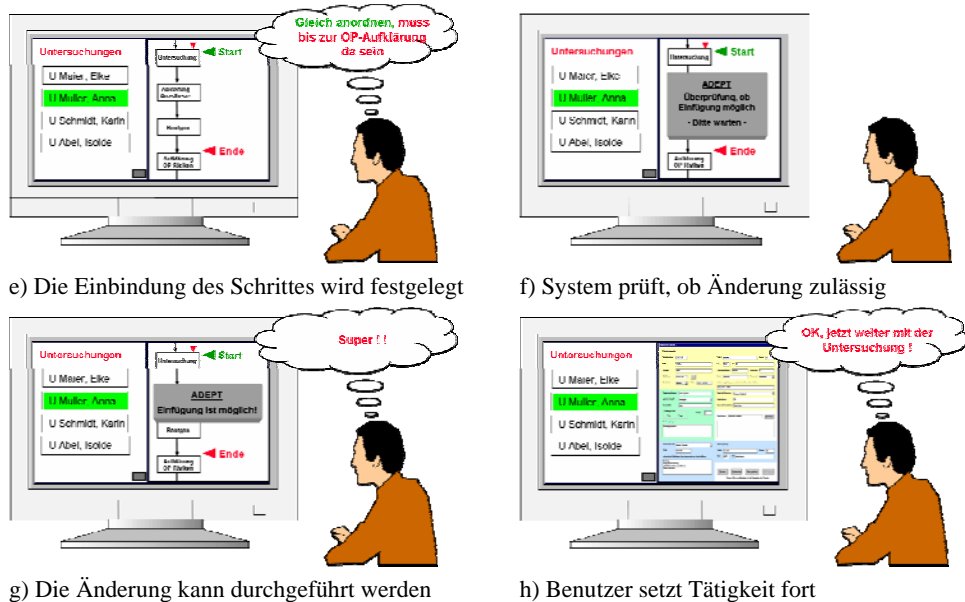


Abbildung 3: Durchführung einer Ad-hoc-Abweichung aus Benutzersicht

In dem in Abbildung 3 dargestellten Beispiel wird unterstellt, dass bei der Ausführung einer einzelnen Prozessinstanz, z.B. dem Behandlungsprozess eines bestimmten Risikopatienten, eine zusätzliche Laboruntersuchung benötigt wird, die aber in der zugehörigen Prozessvorlage an dieser Stelle im Prozess nicht vorgesehen ist (Abb. 3a). Es wird daher – wenn der Änderungswunsch akzeptiert werden kann – die laufende Prozessinstanz (und nur diese!) individuell verändert.

Nachdem der Benutzer den „Ausnahmeknopf“ betätigt hat (Abb. 3b), kann er die Art der gewünschten Ad-hoc-Änderung angeben (Abb. 3c). Soll eine Einfügung erfolgen, werden kontextabhängig die zur Verfügung stehenden Anwendungsfunktionen angezeigt (Abb. 3d). Dies können einfache Funktionen, wie „Brief schreiben“ oder „E-Mail versenden“ sein, aber auch komplexe Anwendungsdienste oder wieder ganze Prozesse. Der Benutzer muss jetzt noch angeben, nach welchem Schritt (bzw. welchen Schritten) die neue Prozessaktivität dem zuständigen Bearbeiter angeboten werden soll und vor welchem Schritt (bzw. vor welchen Schritten) ihre Bearbeitung abgeschlossen sein muss (Abb. 3e). Nach Festlegung der Änderungen prüft das System, ob die resultierenden Abweichungen zulässig sind (Abb. 3f und 3g). Im Prinzip werden hierbei wieder die selben Korrektheitsprüfungen wie zur Modellierungszeit durchgeführt, allerdings muss jetzt auch noch der Ausführungszustand der Prozessinstanz mit berücksichtigt werden. Auch hier gilt wieder als oberstes Gebot: „Keine bösen Überraschungen zur Laufzeit!“. Deshalb ist die zur Durchführung dieser Interaktion erforderliche Funktionalität bei ADEPT ein integraler Bestandteil des Systems und wird den Anwendern über ein semantisch hohes Anwendungs-Programm-Interface (API) bereitgestellt. Eine direkte Manipulation interner Systemzustände durch den Benutzer (mit all den damit verbundenen Fehlerquellen) ist nicht erforderlich und wird auch nicht unterstützt. – Eine

Beschreibung, wie Ad-hoc-Abweichungen auf Systemebene durchgeführt werden, findet sich in [Reic00, DRRA05].

Die Fähigkeit zu Ad-hoc-Abweichungen von Prozess-Management-Systemen mit systemseitigen Korrektheitsprüfungen war vor mehr als 10 Jahren der Ausgangspunkt der Forschungsarbeiten im ADEPT-Projekt¹ [Dada95, ReDa97, ReDa98]. Heute markiert die in jahrelanger Forschungs- und Entwicklungsarbeit entwickelte Technologie die Spitze des technologischen Fortschritts in diesem Bereich und ist integraler Bestandteil des ADEPT-Systems. Sie ermöglicht Ad-hoc-Abweichungen in kontrollierter, sicherer und für den Anwender einfacher Weise und eröffnet damit völlig neue Möglichkeiten für prozessorientierte IS. Ganz wesentlich hierbei ist, dass auf nicht vorhergesehene Sonderfälle nun *innerhalb* des prozessorientierten IS angemessen reagiert werden kann und nicht am System vorbei agiert werden muss, wie heute oftmals erforderlich.

4 Unterstützung von Prozessschemaevolution

Die Fähigkeit zur kontrollierten Durchführung von Ad-hoc-Abweichungen ist zwar bereits ein großer Schritt in die richtige Richtung, reicht aber alleine noch nicht aus. Muss ein (Geschäfts-)Prozess generell geändert werden, z.B. weil sich die Abteilungsstruktur geändert hat oder zusätzliche Prozessschritte eingefügt werden müssen, dann sind hiervon im Prinzip alle laufenden Instanzen dieses Prozessschemas betroffen; und das können hunderte bis tausende von Instanzen sein. Bei kurz laufenden Prozessen wird man in der Regel der Einfachheit halber die bereits laufenden Instanzen noch nach dem alten Schema zu Ende führen. Bei lang laufenden Prozessen oder im Falle gravierender Probleme mit dem bisherigen Ablauf ist dies allerdings nicht mehr möglich. Ein jeweils individuelles Anpassen der laufenden Instanzen an das neue Schema mittels Ad-hoc-Änderungen (wie oben beschrieben) wäre im Prinzip zwar möglich, ist aber im Falle vieler Instanzen zu aufwendig und fehlerträchtig.

Ein ideales Prozess-Management-System sollte daher die Möglichkeit bieten, Änderungen am Prozessschema korrekt durchzuführen und sie – falls gewünscht – auf die laufenden Prozessinstanzen zu propagieren, d.h. diese Instanzen auf das neue Prozessschema zu „migrieren“. Ad-hoc-Änderungen einzelner Instanzen und Instanz-Migrationen sollten sich hierbei nicht gegenseitig ausschließen. Beide werden für die Unterstützung lang laufender Prozesse benötigt!

Beim ADEPT-Ansatz ist die kombinierte Handhabung dieser beiden Änderungsarten entsprechend realisiert. D.h. es werden, wenn dies zu keinen Inkonsistenzen führt, auch individuell veränderte Prozessinstanzen in geeigneter Weise auf das neue Prozessschema migriert. Alle mit der Migration zusammenhängenden Status- und Konsistenzprüfungen sowie evtl. erforderliche Änderungen auf Instanzebene werden (natürlich) wieder systemseitig vorgenommen.

¹ ADEPT steht für *Application Development based on Encapsulated Premodeled Process Templates*

In Abbildung 4a bis 4c ist der Ablauf einer solchen Prozessschemaevolution aus Benutzersicht dargestellt. Die Darstellung ist der im Rahmen des ADEPT-Projektes entwickelten Lösung nachempfunden. Der Prozessmodellierer lädt das Prozessschema aus dem Prozess-Repository, nimmt die erforderlichen Änderungen (mit dem normalen ADEPT-Prozesseditor) daran vor und erzeugt eine neue Schemaversion (Abb. 4a). Das System berechnet nun auf Basis der am Schema vorgenommenen Änderungen sowie durch strukturelle Vergleiche die erforderlichen Vorbedingungen und Anpassungsmaßnahmen für die laufenden Prozessinstanzen dieses Schemas, soweit diese auf das neue Schema migriert werden können (und sollen) (Abb. 4b und 4c). Auf Knopfdruck führt das System anschließend die Migration der ausgewählten Prozessinstanzen auf das neue Schema durch (Abb. 4d).

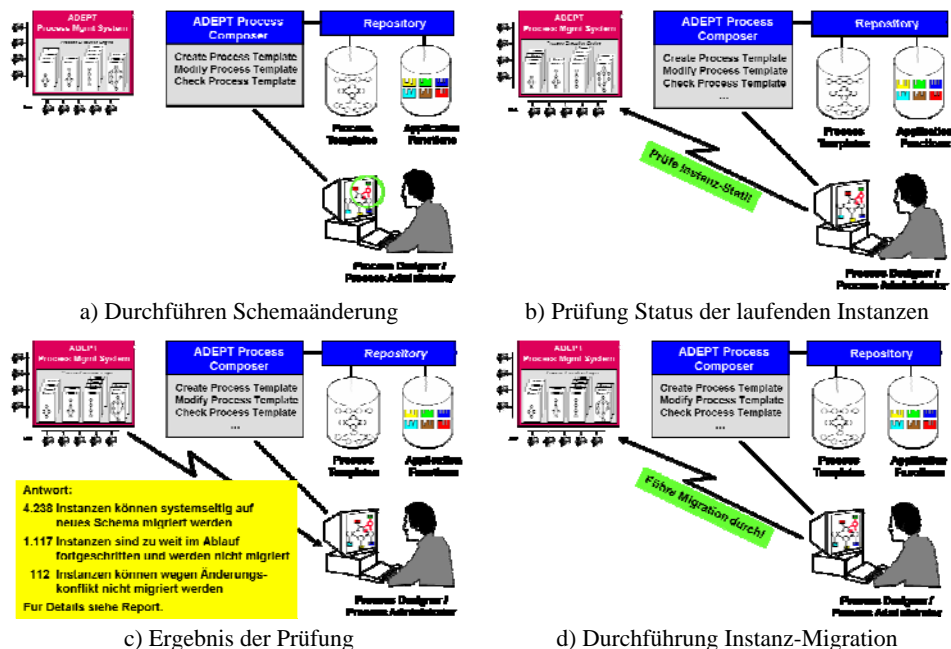


Abbildung 4: Prozessschemaevolution

Wie im Fall von Ad-hoc-Änderungen ist auch für die Unterstützung der im Zusammenhang mit Prozessschemaevolution notwendige werdenden Prozessmigrationen eine umfassende Theorie unabdingbar (siehe [Rind04, RRD04, RRD04b] für Details). Nur dadurch kann z.B. präzise angegeben werden, unter welchen Voraussetzungen eine bestimmte Prozessinstanz auf das neue Prozessschema migriert werden kann, wie sich die Verträglichkeit einer Kollektion von Instanzen mit dem geänderten Schema effizient feststellen lässt oder wie bei einer Schemaevolution mit konkurrierenden Änderungen auf Vorlagen- und Instanzebene umgegangen werden soll; wie erwähnt, können in ADEPT2 auch individuell veränderte Prozessinstanzen, sofern ihre Konsistenz weiter

systemseitig zugesichert werden kann, noch auf das neue Prozessschema migriert werden.

Abschließend ist zu erwähnen, dass die systeminterne Repräsentation von Prozessschemata und –instanzen eine weitere Herausforderung bei der Realisierung der beiden beschriebenen Änderungsarten darstellt (für Details siehe [RKLD06, RRJK06]).

5 Zusammenfassung, Stand der Implementierung und Ausblick

Die Kombination aller drei Aspekte, Prozesskomposition mittels Plug & Play, Ad-hoc-Abweichungen zur Laufzeit sowie Prozessschemaevolution, eröffnet völlig neue Perspektiven für die kontinuierliche Prozessverbesserung [RWRW05]. Zum einen, weil die Protokolldaten (d.h. die Prozesslogs) nunmehr sehr viel aussagefähiger sind, indem sie nun auch die Information über vorgenommene Abweichungen enthalten, und zum andern, weil etwa notwendige Änderungen am Prozess sehr viel rascher und erheblich kostengünstiger realisiert werden können. Darüber hinaus ergeben sich noch viele weitere Möglichkeiten, wie etwa die Ausführung teilspezifizierter Prozesse, die erst während ihrer Ausführung weiter konkretisiert werden, die „Auslagerung“ der Behandlung von Ausnahmefällen in ein Knowledge-Management-System [RWRW05, WWLR06], die automatische Anpassung von Prozessinstanzen auf Grundlage einer Regelbasis [MGR04] oder die Unterstützung von Ad-hoc-Workflows, um nur einige Beispiele zu nennen.

Die oben beschriebene Ad-hoc-Flexibilität wurde im ADEPT-System („ADEPT1“) realisiert. ADEPT1 existiert bereits seit dem Jahr 2000 und ist derzeit unseres Wissens (immer noch) weltweit das mächtigste, lauffähige System seiner Art. Es wurde bzw. wird in einer Reihe von Forschungsprojekten zu prozessorientierten Informationssystemen im In- und Ausland eingesetzt. Im Jahr 2003 wurden diese Forschungsarbeiten vom Land Baden-Württemberg mit dem doIT-Forschungsaward ausgezeichnet. – Die theoretischen Grundlagen und das darauf aufbauende Verfahren für die Prozessschemaevolution wurden in den letzten fünf Jahren entwickelt und für Evaluierungs- und Demonstrationszwecke in einem separaten Prototypen implementiert.

Im Rahmen des vom Land Baden-Württemberg geförderten Verbundprojektes AristaFlow (siehe www.AristaFlow.de) entsteht derzeit in Zusammenarbeit mit der Universität Mannheim und Industriepartnern eine Software-Lösung, die den gesamten Zyklus von der Erstellung der Anwendungskomponenten über die Prozess-Komposition mittels Plug & Play [AADR04, Atki06] bis hin zur flexiblen und adaptiven Ausführung der Prozesse mit dem ADEPT2-Prozess-Management-System unterstützt. ADEPT2 ist eine völlige Neuimplementierung des ADEPT-Prozess-Management-Systems, welche unter anderem auch die Fähigkeit zur Prozessschemaevolution enthalten wird, ein Feature das in der angebotenen Mächtigkeit weltweit derzeit einmalig ist. Ziel ist es, alle Komplexität in das Prozess-Management-System zu verlagern, um so gegenüber der heutigen Situation eine signifikante Vereinfachung der Anwendungsentwicklung zu realisieren (siehe Abbildung 5).

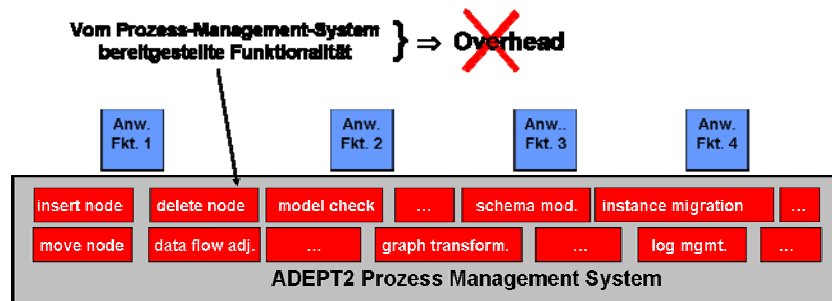


Abbildung 5: Verlagerung aller Komplexität ins Prozess-Management-System (vgl. Abbildung 1)

Ziel des AristaFlow-Verbundprojektes ist es, diese Hochtechnologie in die industrielle Praxis zu transferieren und so einen Beitrag zur Stärkung der Innovationskraft des Standortes Deutschland zu leisten. Derzeit wird an der Bildung eines Konsortiums mit innovativen Industriepartnern gearbeitet, um diese Technologie gemeinsam im Rahmen eines Joint Ventures zur Marktreife zu bringen. Weitere Partner sind herzlich willkommen!

Literaturverzeichnis

- [AaBa02] Aalst van der, W.M.P.; Basten, T: Inheritance of Workflows: An Approach to Tackling Problems Related to Change. Theoretical Computer Science, 270(1-2):125–203, 2002.
- [AADR04] Acker, H.; Atkinson, C.; Dadam, P.; Rinderle, S.; Reichert, M.: Aspekte der komponentenorientierten Entwicklung adaptiver prozessorientierter Unternehmenssoftware. In: Turowski, K. (Hrsg.): Proc. 1. Verbundtagung Architekturen, Komponenten, Anwendungen (AKA 2004), Augsburg, Dezember 2004. LNI P-57, 2004, S. 7-24
- [Atki06] Atkinson, C.; Stoll, D.; Acker, H.; Dadam, P.; Lauer, M.; Reichert, M.: Separating Per-client and Pan-client Views in Service Specification. Proc. Int'l Workshop on Service Oriented Software Engineering (IW-SOSE '06), Shanghai, China, May 2006
- [CCPP98] Casati, F.; Ceri, S.; Pernici, B.; Pozzi, G. Workflow Evolution. Data & Knowledge Engineering, 24(3):211–238, 1998.
- [Dada95] Dadam, P.; Kuhn, K.; Reichert, M.; Beuter, Th.; Nathe, M.: ADEPT: Ein integrierender Ansatz zur Entwicklung flexibler, zuverlässiger kooperierender Assistenzsysteme in klinischen Anwendungsumgebungen. Proc. GI/SI-Jahrestagung, Zürich, Sept. 1995, S. 677-686
- [DAH05] Dumas, M.; van der Aalst, W.; ter Hofstede, A.: Process-aware Information Systems. Wiley, 2005
- [DRRA05] Dadam, P.; Reichert, M.; Rinderle, S.; Atkinson, C.: Auf dem Weg zu prozessorientierten Informationssystemen der nächsten Generation – Herausforderungen und Lösungskonzepte. In: Spath, D.; Haasis, K.; Klumpp, D. (Hrsg.): Aktuelle Trends in der Softwareforschung - Tagungsband zum doIT Software-Forsch-

- ungstag 2005, Karlsruhe, Juni 2005. Schriftenreihe zum doIT Software-Forschungstag, Band 3, MFG Stiftung, 2005, S. 47-67
- [MGR04] Müller, R.; Greiner, U.; Rahm, E.: AgentWork: A Workflow-system Supporting Rule-based Workflow Adaptation. *Data & Knowledge Engineering*, 51: 223–56, 2004
- [ReDa97] Reichert, M.; Dadam, P.: A Framework for Dynamic Changes in Workflow Management Systems. *Proc. 8th Int'l Workshop on Database and Expert Systems Applications*, Toulouse, Sept. 1997, pp. 42-48
- [ReDa98] Reichert, M.; Dadam, P.: ADEPT_{flex} - Supporting Dynamic Changes of Workflows Without Losing Control. *Journal of Intelligent Information Systems*, Kluwer Academic Publ., Vol. 10, No. 2, March/April 1998, pp. 93-129
- [Reic00] Reichert, M.: Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen. Dissertation, Universität Ulm, Fakultät für Informatik, Mai 2000
- [Rind04] Rinderle, S.B.: Schema Evolution in Process Management Systems. Dissertation, Universität Ulm, Fakultät für Informatik, Dezember 2004
- [RKLD06] Rinderle, S.; Kreher, U.; Lauer, M.; Dadam, P.; Reichert, M.: On Representing Instance Changes in Adaptive Process Management Systems. *Proc. 1st IEEE Workshop on Flexibility in Process-aware Information Systems (ProFlex'06)*, Workshop im Rahmen der WETICE 2006, Manchester, UK, Juni 2006.
- [RRD04] Rinderle, S.; Reichert, M.; Dadam, P.: Flexible Support Of Team Processes By Adaptive Workflow Systems. *Distr. & Parallel Databases*, 16(1):91–116, 2004.
- [RRD04b] Rinderle, S.; Reichert, M.; Dadam, P.: On Dealing With Structural Conflicts Between Process Type and Instance Changes. *Proc. Int'l Conf. on Business Process Management, BPM 2004*, Potsdam, Germany, June 2004, LNCS 3080, pp. 274-289
- [RRJK06] Rinderle, S.; Reichert, M.; Jurisch, M.; Kreher, U.: On Representing, Purging, and Utilizing Change Logs in Process Management Systems. *Proc. Int'l Conf. on Business Process Management, BPM 2006*, Vienna, Austria, Sept. 2006, LNCS 4102, pp. 241-256
- [RWRW05] Rinderle, S.; Weber, B.; Reichert, M.; Wild, W.: Integrating Process Learning and Process Evolution - A Semantics Based Approach. *Proc. 3rd Int'l Conf. on Business Process Management (BPM'05)*, Nancy, Sept. 2005, LNCS 3649, pp. 252-267
- [Wesk01] Weske, M.: Formal Foundation and Conceptual Design of Dynamic Adaptations in a Workflow Management System. *Proc. HICSS-34*, Maui, Hawaii, Jan. 2001, Vol. 7, pp. 7051 ff.
- [WWLR06] Weber, B.; Wild, W.; Lauer, M.; Reichert, M.: Improving Exception Handling by Discovering Change Dependencies in Adaptive Process Management Systems. *Proc. 2nd Int'l Workshop on Business Process Intelligence (BPI 2006)*, Workshop im Rahmen der BPM'06, Wien, September 2006, LNCS 4103, pp. 93-104

Weitere Informationen zum AristaFlow-Projekt sowie zu ADEPT finden sich unter: www.AristaFlow.de sowie www.informatik.uni-ulm.de/dbis