

Software-Lösungen zur Informationsintegration



DB2 Information Management Software

Informationsintegration – Erweiterung der Data Warehouse-Architektur

*Von Dr. Barry Devlin
IBM Software*

Inhaltsverzeichnis

- 4 Data Warehousing – seit 20 Jahren wachsend**
- 9 Informationsintegration – die Erweiterung der Data Warehouse-Architektur**
- 11 Die Beziehung zwischen Informationsintegration und Data Warehousing**
- 12 Datenzugriff in Echtzeit**
- 14 Zugriff auf unstrukturierten Content**
- 15 Föderierter Zugriff auf Data Marts und Data Warehouses**
- 18 Föderiert oder nicht föderiert Zugreifen?**
- 20 Der Einsatz des IBM DB2 Information Integrator in Ihrem Data Warehouse**
- 21 Abruf aktueller Konteninformationen durch das Warehouse**
- 23 Lieferkettenoptimierung und Überwachung der Geschäftstätigkeit**
- 24 Executive Information Systems**
- 25 Rationalisierung der Data Marts von Behörden**
- 27 Die Sicht der Programmierer und Datenbank-Administratoren**
- 28 Zusammenfassung**

Data Warehousing verändert sich, um neuen Anforderungen gerecht zu werden. Selbstverständlich bestehen viele der ursprünglichen Anforderungen weiter: die Notwendigkeit, einen geschäftlichen Nutzen zu erbringen, die Forderung nach sauberen und konsistenten Daten sowie die Möglichkeit, die Daten nach Bedarf aus verschiedenen Blickwinkeln bzw. in unterschiedlichem Detaillierungsgrad zu betrachten. Die wesentlichen neuen Anforderungen betreffen Schnelligkeit und Erweiterbarkeit, damit die Benutzer bei Bedarf auch aktuelle, ferne oder unstrukturierte Daten abfragen können. Dies alles muss nahtlos mit den historischen Daten integriert werden, die üblicherweise in Data Warehouses und Marts vorgehalten werden.

Diese Anforderungen sind im Laufe der letzten Jahre entstanden. Um diese zu erfüllen, setzen IT-Organisationen üblicherweise Operationale Datenspeicher (ODS = Operational Data Stores) ein oder versorgen ihre Data Warehouses schneller und häufiger mit neuen Daten. Data Warehouses mit frischen Echtzeit-Daten zu versorgen, ist jedoch sehr teuer, und für die meisten Unternehmen nicht wirtschaftlich. Darüber hinaus können oder müssen einige Daten nicht im Data Warehouse lagern, selbst wenn sie sehr wichtig sein mögen, weil ihre Nutzung, Größe oder ihr Format für das Data Warehouse oder Abfragen ungeeignet sind.

Um diese Anforderungen zu bewältigen, brauchen Firmen zusätzliche Methoden, um Informationen integrieren und bereit stellen zu können, ohne zuerst alle Daten im Data Warehouse zu speichern. Dies ist das Ziel der Vision zur Informationsintegration von IBM. Dabei soll es für den Nutzer oder die Anwendung unerheblich sein, wo und in welchem Format die Daten abgelegt sind. Über eine einheitliche Infrastruktur soll sowohl auf zentrale, wie bei klassischen Data Warehouses, als auch auf an verschiedenen Orten im Unternehmen verteilte Datenquellen zugegriffen werden können.

Machen Sie sich daher keine Sorgen! Wir schlagen nicht vor, dass Sie all Ihre Werkzeuge und anderen Investitionen in Data Warehousing in den Wind schreiben sollen. Tatsächlich ist die Informationsintegration in vielerlei Hinsicht die logische Erweiterung dessen, was Sie bisher getan haben, um Ihre vorhandenen Data Warehouses zu schaffen und zu unterhalten.

Dieses White Paper beschreibt zunächst kurz die geschichtliche Entwicklung des Data Warehousing in den vergangenen 20 Jahren. Es zeigt, wie die Integration verschiedener Daten die Grundlage des Data Warehousing war, und wie deshalb das Konzept der Informationsintegration eine logische Weiterentwicklung ist. Es beschreibt auch, wie der steigende Bedarf nach nahezu Echtzeitdaten und für das limitierte Zulassen von Schreibvorgängen im Data Warehouse zu Kompromissen bei der ursprünglichen Data Warehouse-Architektur geführt haben.

Zum zweiten beschäftigt sich das Papier mit dem Aspekt der Integration verteilter Informationen, wie sie der IBM DB2 Information Integrator bewerkstelligt. Es erläutert, wie die Technologie diesen neuen Anforderungen durch direkten Zugriff auf Daten an ihrem ursprünglichen Speicherort unter bestimmten, genau definierten und kontrollierten Umständen gerecht wird. Insbesondere wägt es ab, wann diese Fähigkeiten zum föderierten Zugriff nützlich sind, und wann sie nicht eingesetzt werden sollten.

Schließlich stellt dieses Papier einige Beispiele vor, wie der DB2 Information Integrator bestehende Data Warehouses so erweitern kann, dass sie aufkommenden geschäftlichen Anforderungen gewachsen sind.

Data Warehousing – seit 20 Jahren wachsend

Die ursprünglichen geschäftlichen Gründe für Data Warehousing sind allgemein bekannt. Einfach gesagt, sollten Data Warehouses Endanwendern nützliche und verständliche Geschäftsinformationen bieten. Auch wenn ein Teil dieser Informationen bereits in den IT-Systemen der Unternehmen vorhanden war, war auch klar, dass es auch noch riesige Mengen von Rohdaten gab, die in nützliche Informationen umgewandelt werden konnten.

Zur Bewältigung dieser Anforderungen schlugen IBM und andere Mitte bis Ende der achtziger Jahre eine dreischichtige Architektur vor, die heute weitgehend akzeptiert ist. Sie ist in Abbildung 1 dargestellt. Aber warum so viele Schichten? Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Gründe. Der erste ist Geschwindigkeit. Wenn operative Systeme, die für ganz andere Aufgaben entworfen und optimiert wurden, komplexe Anwenderabfragen bearbeiten müssen, sinkt deren Leistung und die Antwortzeiten werden länger. Diese Überlegungen führen direkt zu einem zweischichtigen Aufbau der Datenarchitektur mit einer operativen und einer informativen Schicht.

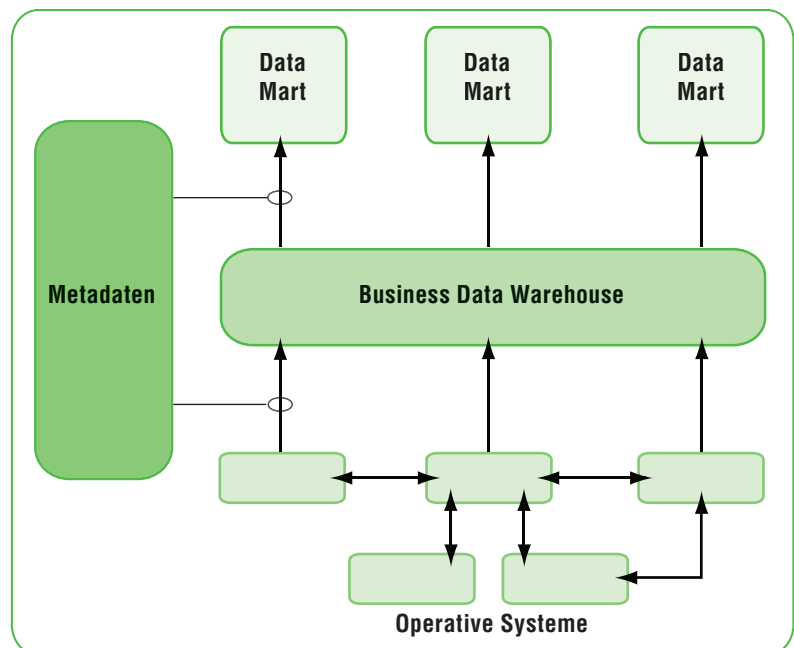


Abbildung 1: Data Warehouse – dreischichtige Architektur

Der zweite Grund für eine Dreischichtarchitektur war, dass mehrere geschäftliche Ansichten auf der gleichen, einheitlichen Grundlage möglich sein sollten. Dies bedarf einer kleinen Erläuterung. Es ist zunächst einmal anerkannt, dass die verschiedenen operativen Systeme die Welt aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten, die zu verschiedenen Zeitpunkten für unterschiedliche Zwecke festgelegt wurden. Die Definition eines Kunden kann zum Beispiel in einem System anders sein, als in einem zweiten. Die Datensätze könnten sich überschneiden und Einzelheiten inkonsistent sein. Für eine konsistente Gesamtschau des Geschäfts müssen zuerst die Stammdaten der operativen Systeme abgeglichen werden. Diese abgeglichenen Daten und ihre Geschichte werden dann in dem Business Data Warehouse (BDW) in weitgehend normalisierter Form gespeichert. Doch obwohl die Daten jetzt konsistent sind, sind sie in dieser Form weder für die Firma brauchbar, noch können sie mit vertretbarer Geschwindigkeit abgefragt werden. Die dritte Ebene in der Architektur, die Data Marts sind für dieses Problem zuständig. Hier werden die abgeglichenen Daten weiter in zusammengehörige Informationen umgewandelt, die Anwender für verschiedene geschäftliche Aufgaben brauchen, und die sich einfach und schnell durchsuchen lassen.

Einer der offensichtlichen Nachteile dieser Dreischichtarchitektur ist die erhebliche Verzögerung zwischen dem Eintreffen von Daten in den operativen Systemen und ihrem Erscheinen in den Data Marts. In der Vergangenheit war das für die meisten Firmen nicht so wichtig. Tatsächlich wären einige schon froh, wenn sie die eintägige Verzögerung erreicht hätten, die leicht mit der Architektur zu schaffen ist, statt der mehrwöchigen Abgleichzeiten, mit denen sie es oft zu tun hatten. Doch das Aufkommen von e-business, Call-Centern für die Pflege von Kundenbeziehungen (CRM) und anderen Initiativen der neunziger Jahre erforderte noch kürzere Latenzzeiten bis in den Minutenbereich und darunter.

Wie Abbildung 2 zeigt, reagieren Unternehmen mit der Einführung von ODS (Operationalen Datenspeichern) und operationalen Data Marts in die Data Warehouse-Architektur. Im Gegensatz zum BDW und herkömmlichen Data Marts, aus denen nur gelesen werden kann, können Nutzer in diese neuen Bestandteile auch geänderte Daten speichern. Strukturell lassen sich die ODS entweder als Zwischenschicht zwischen den operativen Systemen und dem BDW betrachten, durch die alle Daten hindurch müssen, oder als Umgehung des BDW, wie in der Abbildung dargestellt. Der ODS ist für den Hin- und Rücktransport der Daten in nahezu Echtzeit zwischen den operativen Systemen und den Data Marts zuständig. Das erfordert einen parallelen Prozess, der die Daten auf den verschiedenen Ebenen der Architektur schrittweise abgleicht. Dennoch kann die Einführung eines bidirektionalen Datenflusses oder gar Datenkreislaufs in die Architektur Probleme mit der Datenkonsistenz innerhalb der gesamten Umgebung verursachen.

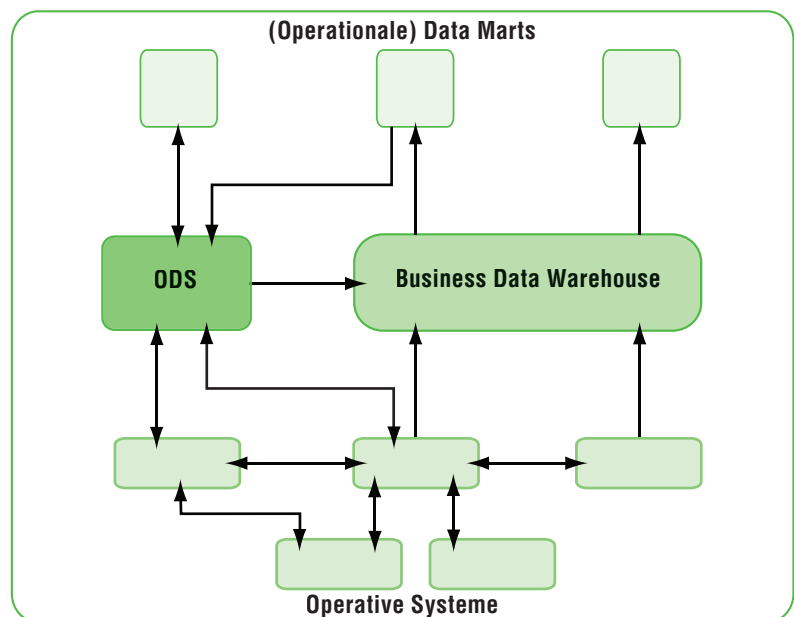


Abbildung 2: Hinzufügen des Operationalen Datenspeichers (ODS)

Die Schaffung eines Operationalen Datenspeichers sowohl in Warehousing- als auch in nicht-Warehousing-Projekten hat sich in den vergangenen Jahren beschleunigt. Als Folge davon hat die Komplexität dieser Projekte enorm zugenommen, denn die Entwickler müssen die Datenintegrität in einer hochgradig redundanten Umgebung sichern, während sie versuchen, die Verzögerung bei Datenbewegungen zwischen den Ebenen zu verringern. Während vielen Unternehmen dies mit IBM DB2 Universal Database gelungen ist, wäre ein verteilter Ansatz in vielen Anwendungen einfacher und kostengünstiger.

Der wachsende Bedarf für Datenzugriffe in nahezu Echtzeit und der Schreib- und Lesezugriff auf eine zuvor als rein informativ angesehene Umgebung sind nicht die einzigen Probleme, mit denen sich IT-Organisationen konfrontiert sehen. Zusätzlich wächst auch das Interesse an der Verbindung herkömmlicher, strukturierter Daten mit der unstrukturierten Variante.

Unstrukturierte Daten oder Inhalte (Content) hielten sich lange Jahre unauffällig vor den Toren der Data Warehouses auf. Die üblicherweise in proprietären Lagerstätten oder Dateien lagernden Informationen wurden von Anwendern und Erbauern von Data Warehouses weitgehend ignoriert, obwohl einige Analysten schätzen, dass sie 85 Prozent aller digitalen Daten ausmachen könnten. Wenngleich es einige Versuche gegeben hat, diese verschiedenen Arten von Daten über Indizierungssysteme miteinander zu verbinden, wurden solche Projekte durch die Menge und Komplexität der Arbeit allein zur Schaffung von Data Warehouses für strukturierte Daten überschattet.

Doch die Situation hat sich in den letzten Jahren geändert. Das Internet hat ungeheure Speicher mit vorwiegend unstrukturierten Daten hervorgebracht. Mit der Entwicklung von CRM haben Firmen immer mehr erkannt, welchen Wert die Verbindung von Transaktionsdaten der Kunden (strukturierte Daten) mit anderen Interaktionen wie Telefonanrufen, Faxen, E-Mails und so weiter haben kann. Textliche Beschreibungen und sogar Fotos und Videos sind ebenfalls mögliche Datenquellen, denn sie bilden den Kontext der herkömmlichen Transaktionsdaten. Langsam aber sicher hat sich das Data Warehouse über seine traditionelle Nutzerbasis hinaus auf den Rest des Unternehmens ausgedehnt.

Bis heute haben die Anbieter von Data Warehouses vor allem versucht, diesen Anforderungen durch die Erweiterung und Verbesserung der herkömmlichen Werkzeuge zu begegnen. Die Unterstützung für unstrukturierte Inhalte wurde in relationale Datenbanken eingebaut. ETL-Hersteller haben ihren Tool-Suiten nahezu-Echtzeit-Unterstützung wie die Bearbeitung einzelner Datensätze, Replikation und Message Queuing hinzugefügt.

Dennoch darf vermutet werden, dass die graduelle Evolution der Produktfunktionen in den Grenzen der bestehenden Architektur angesichts der tiefgehenden Revolution bei den zuvor beschriebenen geschäftlichen und den technischen Anforderungen möglicherweise nicht ausreichend ist. Die Architektur selbst muss überarbeitet und erweitert werden. Und deshalb ist es an der Zeit, einen Schritt nach vorne zu tun, in die Welt der Informationsintegration.

Informationsintegration – die Erweiterung der Data Warehouse-Architektur

Das wesentliche Grundprinzip der Informationsintegration ist, dass Nutzer alle Daten sehen können sollten, die sie benötigen, als lagerten sie alle in einer einzigen Quelle. Letztlich schirmt Informationsintegration den Anwender von der ganzen Komplexität ab, die das Auffinden der Daten an verschiedenen Orten, mit unterschiedlicher Semantik, in verschiedenen Formaten und mit unterschiedlichen Zugriffsmethoden mit sich bringt. Die Nutzer, oder die Anwendungen, die in ihrem Auftrag arbeiten, können auf die Daten durch eine Standardsprache wie SQL (Structured Query Language), XML (Extensible Markup Language) oder Web Services oder entsprechende APIs zugreifen. Daher sehen sie die Informationen ohne Hinweise auf ihre physische Repräsentation.

Dieses Ergebnis ist auf zwei Arten erreichbar – oder durch eine Kombination beider Arten. Die beiden Hauptverfahren zur Informationsintegration sind: (1) der föderierte Zugriff auf verteilte Daten und (2) der Transport der Daten an einen Ort, der für die Anwendung effizienter oder konsistenter ist – ein Ansatz der Datenkonsolidierung oder -platzierung genannt wird. Der föderierte Zugriff ist der Enterprise Information Integration (EII) ähnlich, wohingegen die Datenplatzierung mit ETL (Extract, Transform, Load) und Replikation in Verbindung gebracht werden kann. Diese Funktionssätze bilden gemeinsam den Kern dessen, was für die Integration von Informationen nötig ist. Auf die einfachste Formel gebracht wird beim föderierten Zugriff eine Abfrage an einem Ort entgegengenommen und dann ihre entsprechenden Teile an verteilte Datenquellsysteme weitergeleitet, um die Daten zu verarbeiten, wo und in welchem Format auch immer sie gespeichert sind. Die Datenkonsolidierung andererseits sammelt die Daten aus verschiedenen Quellsystemen schon vorher an einem Ort, so dass eine Nutzeranfrage nicht verteilt werden muss. Beide Ansätze erfordern ausführliche und weitgehend gemeinsame Unterstützungsfunktionen.

Der föderierte Zugriff und die Datenplatzierung benötigen beide unterstützende Funktionen für die Zuordnung, Umwandlung und Zwischenspeicherung von Daten. Mehr noch, da die gleichen Daten je nach Geschäftsanforderung, in einigen Fällen konsolidiert, in anderen verteilt werden müssen, ist eine gemeinsame Menge an Funktionen zur Umwandlung und Zuordnung nötig, die beide Ansätze unterstützt, damit die Datenkonsistenz im Unternehmen gewahrt bleibt. Unter Zuordnung verstehen wir die Fähigkeit, die Beziehungen zwischen verschiedenen Teilen von Daten zu verstehen. Die Umwandlung kombiniert die durch Zuordnung zueinander in Beziehung gesetzten Daten, indem sie Daten zwischen verschiedenen Repräsentationsformen umwandelt. Das Zwischenspeichern (Cache) bietet eine Ablagemöglichkeit für vorübergehend benötigte Daten, die die Geschwindigkeit bei der dezentralen Zusammenführung erhöhen kann, indem unmerklich für den Nutzer eine lokale Kopie eines Ergebnisses angelegt wird.

Diese Funktionen sind von einer ausführlichen Beschreibung der Umgebung abhängig, in der sie arbeiten. Diese Beschreibung umfasst die geschäftliche Bedeutung, Beziehungen, Orte, das technische Format usw. – kurz gesagt: Metadaten. Diese Metadaten müssen ebenso umfassend wie konsistent sein, und helfen von der Aufstellung und Definition eines Integrationsprojektes bis zur Ausführung einer föderierten Abfrage. Umfassende und logisch konsistente Metadaten, seien sie in einem einzigen oder in verteilten physischen Speichern abgelegt, bilden eine fundamentale Grundlage für die Informationsintegration.

Die Beziehung zwischen Informationsintegration und Data Warehousing

Die heutige mehrschichtige Data Warehouse-Architektur gründet auf der Annahme, dass alle jeweils für eine Nutzeranfrage oder einen Bericht benötigten Daten mittels ETL-Funktionen in einem einzigen Data Mart oder wenigstens einer einzigen Data Warehouse-Umgebung zusammengetragen werden sollten. Dies geschieht, um Stabilität, Konsistenz und Zugänglichkeit der Daten zu garantieren.

Wie aber können die neuen Anforderungen an kürzere Latenzzeiten, verminderte Speicherung selten benötigter Daten und Zugriff auf verteilte Daten aus unterschiedlichen Quellen unterstützt werden? Die Antwort liegt eindeutig in dem föderierten Ansatz. Die Funktionen für den föderierten Zugriff ermöglichen, die logische Erscheinung eines einzigen Warehouses oder Marts zu bewahren, ohne zuvor alle Daten transportieren zu müssen.

Bedeutet dies, dass der traditionelle Ansatz für Warehousing aufgegeben werden sollte? Ganz bestimmt nicht! Der föderierte Zugriff kann und soll nicht den gesamten Data Warehouse-Ansatz ersetzen. Ein vollständig dezentrales oder virtuelles Data Warehouse wird nicht empfohlen, aus all den guten Gründen der Geschwindigkeit, Inkonsistenz und Autonomie. Viel mehr sollte der föderierte Zugriff zur Erweiterung und Verbesserung bestehender Data Warehouses eingesetzt werden, um spezielle Geschäftsanforderungen unter genau bekannten Bedingungen und eingegrenzten Umständen zu erfüllen. Daher umfasst der Ansatz der Informationsintegration für das Data Warehousing beides, Datenplatzierung und föderierten Zugriff.

Datenzugriff in Echtzeit

Der föderierte Zugriff kann eine wichtige Rolle spielen, wenn Firmen den Echtzeitzugriff auf Daten in Verbindung mit herkömmlichen, historischen oder analytischen Daten benötigen, die bereits im Data Warehouse lagern. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt. Eine größtenteils auf historischen, konsolidierten Daten beruhende Nutzeranfrage oder ein Bericht benötigen zusätzlich einige aktuelle Informationen. In der herkömmlichen Data Warehouse-Architektur müssen diese Echtzeitdaten ständig in den Data Markt eingetragen werden, üblicherweise durch einen ODS. Es müssen nicht nur erhebliche Mengen dieser Daten im dem Mart gespeichert werden, die ETL-Umgebung muss auch fähig sein, einen Datendurchsatz in nahezu Echtzeit zu liefern.

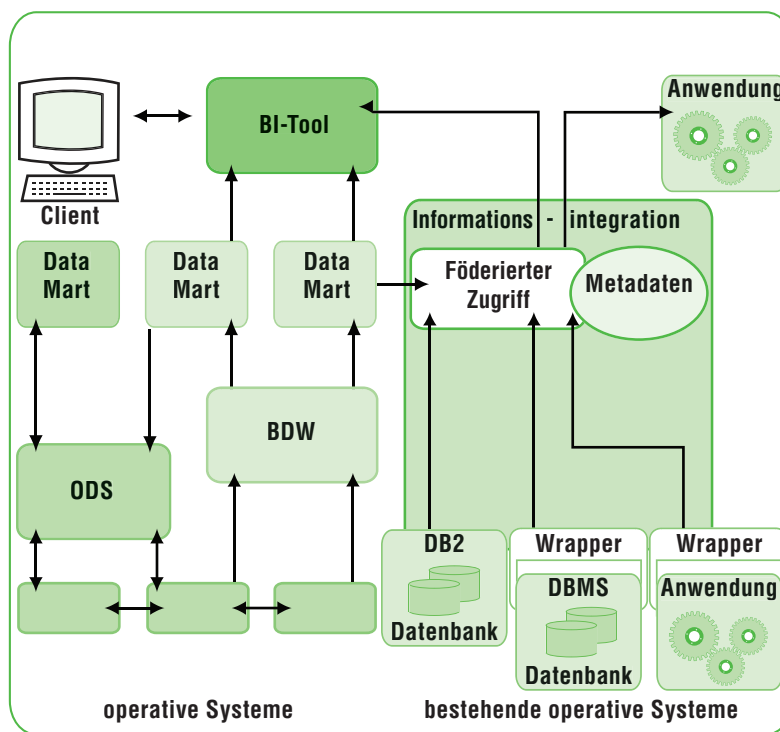


Abbildung 3: Föderierter Zugriff auf Echtzeitdaten

Der föderierte Zugriff bietet in vielen Fällen eine einfachere und elegantere Lösung. Bei einer Nutzeranfrage kann eine einfache Anfrage nach einer spezifischen aktuellen Information zum operativen System geschickt und das Ergebnis mit den Informationen aus dem Data Mart verbunden werden. Zu den operativen Systemen, die auf diese Weise abgefragt werden können, gehören jene auf der Grundlage von DB2 Universal Database, einer Reihe anderer relationaler und nicht-relationaler Datenbanken wie auch IBM WebSphere MQ Queues und Web Services. Diese Funktion vermeidet die Notwendigkeit, nahezu-Echtzeit-Daten im Mart zu speichern oder die ETL-Umgebung zur Handhabung dieser Daten zu befähigen.

Beachten Sie eine wichtige Voraussetzung: Die Anfrage, die an das operative System geschickt wird, sollte einfach sein und einen Datentyp betreffen, für dessen effiziente Handhabung das System ausgelegt ist. Das Ergebnis sollten einige wenige spezifische Informationen sein. Damit werden die Auswirkungen auf die Performance des operativen Systems und des Netzes begrenzt.

Föderierte Abfragen nutzen Standard-SQL, so dass vorhandene Business Intelligence-Tools (BI) transparent auf verteilte Datenbestände zugreifen können. Auf diese Weise kann mit den vorhandenen BI-Tools auf lokale und ferne sowie nicht-relationale Daten zugegriffen werden. Dies schützt Investitionen in vorhandene Tools und nutzt die Fähigkeiten und Kenntnisse der Entwickler im Umgang mit diesen Tools sowie ihre SQL-gestützte Vorgehensweise. Der föderierte Zugriff ist nicht auf Echtzeitdaten begrenzt. Er eignet sich für beliebige Daten, die deshalb nicht mehr im Data Warehouse oder Mart gespeichert werden müssen. Bekanntlich liegen viele Daten nur deshalb im Warehouse, weil sie irgendwann einmal gebraucht werden könnten. In vielen Installationen wird ein Großteil dieser Daten (20 bis 50 Prozent) jedoch nur selten benötigt. Daten, die nur selten benutzt werden und schon an anderer Stelle gespeichert sind, werden von einer föderierten Abfrage an eben diesen Orten erreicht. Falls es sich um historische Daten handelt, kann es erforderlich sein, sie im Data Warehouse zu lagern, weil sich möglicherweise die einzige andere Kopie auf einem Magnetband befindet. Sollten die benötigten Daten aber in der Datenbank des operativen Systems verbleiben, kann der föderierte Zugriff ihre Beseitigung aus dem Warehouse erlauben und dennoch die Anforderungen der Nutzer erfüllen.

Es gibt noch einen weiteren Nutzen: Organisationen, die eine solche föderierte Infrastruktur eingerichtet haben, können operativen Anwendungen außerdem den einfachen Zugriff auf Daten im Warehouse ermöglichen, die dann mit vorhandenen betrieblichen Daten aus verteilten Quellen verbunden werden können, wie Abbildung 3 zeigt. Obwohl dies keine Warehouse-Anwendung im strengen Sinne ist, bietet es eindeutig zusätzliche Möglichkeiten zur Wiederverwendung von Warehouse-Daten.

Zugriff auf unstrukturierten Content

Abbildung 4 zeigt eine andere Möglichkeit, wie ein föderierter Zugriff ein Data Warehouse erweitern kann. In diesem Fall soll unstrukturierter Content in Berichte integriert werden, die in der Data Warehouse-Umgebung erstellt werden. In der herkömmlichen Data Warehouse-Architektur würde man den benötigten Content in das Data Warehouse laden und dann alles in der üblichen Weise abfragen. Unstrukturierte Daten sind jedoch meist sehr umfangreich. Selbst wenn Unternehmen bereit sind, derart große Datenmengen im Warehouse zu lagern, treten andere Probleme auf. Diese Inhalte können flüchtig sein oder sich außerhalb der vom Unternehmen kontrollierten Umgebung befinden, etwa im Internet oder bei einer Partnerfirma. Unter diesen Umständen kann es schwierig sein zu erfahren, wann die Daten verändert werden und daher neu geladen werden müssen.

Auch hier erweist sich der föderierte Zugriff als nützlich, weil Inhalte dann abgerufen werden können, wann und wie sie benötigt werden. Wenn der Bericht erstellt wird, durchsucht eine Unteranfrage den Originalinhalt in seiner Quelle nur nach den benötigten Information und liefert genau die aktuellen Ergebnisse.

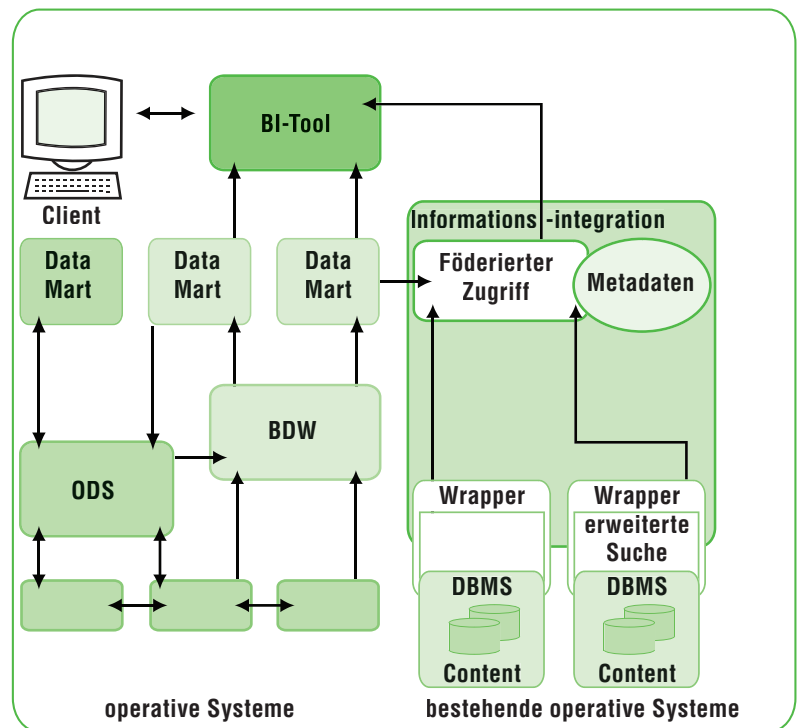


Abbildung 4: Zugriff auf unstrukturierte Daten

Föderierter Zugriff auf Data Marts und Data Warehouses

Es muss noch einmal betont werden, dass IBM nicht empfiehlt, Data Warehouses und Data Marts durch den Übergang zu einer rein föderierten Infrastruktur-Ebene für Nutzeranfragen und Berichte abzuschaffen. Virtuelle Warehouses wurden schon oft versucht und die meisten sind gescheitert, weil sie nicht den Nutzen gebracht haben, den die Anwender fordern. Der föderierte Zugriff ersetzt die Data Warehouses nicht, er erweitert das bestehende Data Warehouse-Konzept.

Eine dritte Erweiterungsmöglichkeit des Data Warehouses, die sich einer heutzutage in der Industrie weit verbreiteten Situation annimmt, ist in Abbildung 5 zu sehen. Es ist die viel gescholtene, aber dennoch verbreitete Situation, dass in einem Unternehmen mehr als ein Data Warehouse besteht. Das kann durch Firmen-Zusammenschlüsse oder -Aufkäufe entstehen, oder als Folge unabhängiger oder unkoordinierter Investitionen in verschiedenen Abteilungen. Wenn diese getrennten Warehouses wachsen, dauert es meist nicht lange, bis das Management die Information abgleichen oder verknüpfen möchte. Diese Anforderung ist mit der herkömmlichen Data Warehouse-Architektur nur schwer zu erreichen. Dabei bestünde der Ansatz darin, entweder den Inhalt des zweiten Warehouses in das erste zu laden, oder ein Gesamt-Warehouse mit den Inhalten beider ursprünglichen Warehouses zu schaffen. Abgesehen von den Datenmengen, um die es dabei geht, besteht ein handfestes Problem darin, ein einheitliches Datenmodell zu schaffen, das beide Quellen abdeckt und die Überführung der Daten von einem Warehouse in das andere erlaubt.

Auch hier bietet der Ansatz mit föderiertem Zugriff eine wesentlich einfachere Lösung. Eine föderierte Abfrage betrifft nur den Teil der Daten, der zur Beantwortung der Managementanfrage nötig ist. Es gibt keinen Grund, alle Daten aus einem Warehouse in ein anderes zu übertragen und damit zumindest eine weitere Kopie dieser Daten anzulegen. Auch wenn der Unterschied zwischen den beiden Datenmodellen erhalten bleibt, ermöglicht der föderierte Ansatz die schrittweise Betrachtung von den Teilausschnitten des Datenmodells, auf die der föderierte Zugriff erfolgen soll.

Abbildung 5 zeigt auch, dass ein oder mehrere BDW in eine föderierte Abfrage einbezogen werden können. Dies ermöglicht es, Detaildaten in die Ergebnismenge einfließen zu lassen, die nicht über ETL-Prozesse in den Data Mart geladen wurden. Selbstverständlich lässt sich ein föderierter Zugriff nicht nur mit mehreren Warehouses nutzen. Er ist ebenso bei nur einem Warehouse anwendbar und ermöglicht Nutzern bestimmter Data Marts den gelegentlichen Zugriff auf Daten im BDW.

Es gilt festzuhalten, dass sich dieser Ansatz im Laufe der Zeit ausweiten lässt, wobei die Reichweite des föderierten Zugriffs mit jedem Schritt wächst, bis schließlich sämtliche Daten in allen Marts gemeinsam zugänglich sind. Auf diese Weise lassen sich die praktisch unvermeidlichen Inkonsistenzen in Bezug auf Bedeutung oder Inhalt, die mit dem Wachsen verschiedener Warehouses entstanden sind, allmählich entdecken und schrittweise beheben. Letztlich kann das Unternehmen entscheiden, ob die ursprünglichen Data Marts zusammengelegt werden sollen. Nachdem die Analyse abgeschlossen ist, vereinfacht sich der Entwurf der kombinierten Marts deutlich. Auf diese Weise liefert der föderierte Ansatz schrittweisen Nutzen für abgestuften Aufwand während des gesamten Vorgangs – eine erwünschte Eigenschaft dieses Ansatzes.

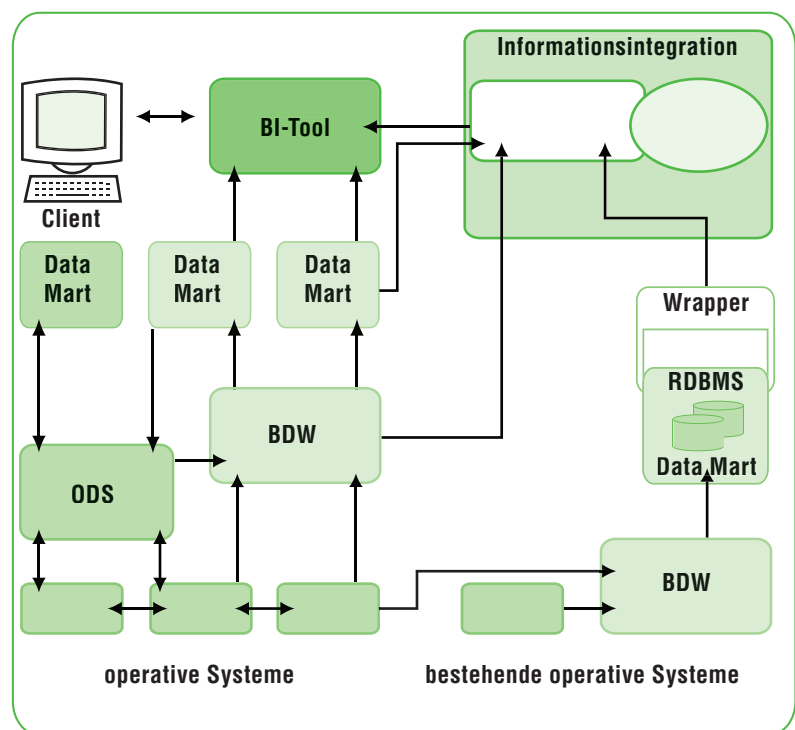


Abbildung 5: Föderierter Zugriff auf Data Marts

Föderiert oder nicht föderiert Zugreifen?

Was aber sind die Nachteile dieses Ansatzes? Es gilt zu bedenken, dass die föderierten Anfragen an verteilte Quellen gerichtet werden, zu denen auch operative Systeme gehören. Während man einwenden könnte, dass die Performance des operativen Systems leiden könnte, lässt sich dies durch entsprechend einfache und gezielte Anfragen mildern. Das ist etwas völlig anderes, als vollständige, komplexe Nutzeranfragen an die gleiche Umgebung zu schicken. Im Falle des föderierten Zugriffs lassen sich die Auswirkungen auf die Performance daher vorhersehen und entsprechend handhaben.

Ein anderes mögliches Problem besteht darin, wie die Daten in der Warehouse-Umgebung logisch und richtig mit denen im fernen System verknüpft werden. Das gleiche Problem muss auch beim Entwurf der ETL-Prozesse im Data Warehouse bedacht werden. Dabei ist die gleiche detaillierte Analyse, das Verständnis der Quellen und ihrer Beziehungen zu den Zielen erforderlich. Ein geeignetes Datenmodell ist weiterhin nötig. Gelegentlich wird die Beziehung eindeutig zu komplex oder die Datenqualität zu schlecht für einen föderierten Ansatz sein. Wenn man den Aufbau der ETL-Prozesse, die das Data Warehouse füllen, versteht, lässt sich ihr Aufbau manchmal für eine föderierte Abfrage wieder verwenden. Ganz allgemein vermindert der föderierte Zugriff nicht die Notwendigkeit detaillierter Analysen und Modelle. Tatsächlich kann er sogar mehr Strenge erfordern, weil alle nötigen Umwandlungen in Echtzeit ablaufen müssen.

Diese Überlegungen leiten die Auswahl der Umstände, in denen der föderierte Zugriff zur Erweiterung eines Data Warehouse anwendbar ist. Föderierter Zugriff ist ein mächtiger Ansatz, wenn Zugang zu Echtzeitdaten nötig ist, zu Inhalten, die sich nicht so einfach im Data Warehouse lagern lassen oder nur selten benötigt werden. Er ist für gelegentliche Abfragen angemessener als für regelmäßig und häufig wiederholte, bei denen sich die Vorverarbeitung der Quelldaten lohnt. Er ist auch bei Abfragen nützlich, die auf nicht-relationale Daten zugreifen.

Wenn dagegen komplexe Transformationen oder Bereinigungen der Quelldaten nötig sind und ihre Überführung ins Data Warehouse empfehlenswert ist, kommt der föderierte Zugriff damit nicht so einfach zurecht. Wenn eine komplexe Abfrage vorhersehbar ist und wiederholt vorkommt, kann es sinnvoller sein, die Daten einmal ins Warehouse zu laden und lokal abzurufen.

Föderierter Zugriff ist eindeutig kein Allheilmittel für alle Datenzugriffsprobleme, aber er eignet sich recht gut zur Bewältigung einiger wohl bekannter Anforderungen. Es ist auch vorhersehbar, dass seine Einsatzmöglichkeiten zunehmen werden, wenn die Verteilungswerkzeuge verbessert und die Datenumgebung im Unternehmen stärker integriert werden. Insbesondere von Web Services erwarten wir, dass sie zu ausgefeilteren Datentransformationen und -bereinigungen in Echtzeit befähigt werden und damit neue Wege für föderierte Abfragen eröffnet.

Nachdem man die Möglichkeit akzeptiert hat, dass Daten bei föderierten Abfragen aus operativen Systemen gelesen werden dürfen, ist die nächste logische Frage, ob Daten auch in das operative System zurück geschrieben werden dürfen. Die Technologie gibt das her, aber um die möglichen Auswirkungen auf die Datenintegrität und die Sicherheit der Anwendungs-Umgebung so gering wie möglich zu halten, sollte dies nur durch die entsprechende Anwendung erfolgen.

Der Einsatz des IBM DB2 Information Integrator in Ihrem Data Warehouse

Gemeinsam mit seinen Vorgängern IBM DB2 DataJoiner und IBM DB2 Relational Connect unterstützt der IBM DB2 Information Integrator die Vision von IBM von der Informationsintegration. Der IBM DB2 Information Integrator bietet EII-Funktionen und damit Abfragen an unterschiedliche und verteilte Daten in einer integrierten Sicht. Üblicherweise sind die Daten in einer Vielfalt von Datenbanken und vielen Formaten abgelegt, darunter:

- *DB2, Informix, Oracle, Sybase, SQL Server und Teradata Datenbanken*
- *XML, ODBC, OLE DB und Microsoft™ Excel-Dateien*
- *Web Services, Message Queues, einfache Dateien und IBM Lotus Extended Search Datenquellen*

Die folgenden Beispiele zeigen, wie diese drei Architekturmuster mit dem DB2 Information Integrator in typische Data Warehouse-Situationen eingebracht werden können.

Abruf aktueller Konteninformationen durch das Warehouse

Stellen Sie sich ein Call-Center in einer Bank oder einer anderen Finanzinstitution vor. Die Agenten können durch die Data Warehouse-Infrastruktur auf eine Vielfalt von Informationen über Kunden zugreifen. Diese Informationen können Details über Transaktionen in bestimmten Zeiträumen enthalten sowie zusammengefasste oder erschlossene Informationen über Verhaltensweisen, Marketingmöglichkeiten und ähnliches. In diesem Szenario stammt die aktuellste Information vom Geschäftsschluss des Vortages.

Die meisten Informationen über Trends und Marketing werden sogar nur monatlich aktualisiert und sind daher vielleicht schon einige Wochen alt.

Es ist leicht einzusehen, dass die Agenten unter diesen Umständen den Kunden nicht helfen können, die Fragen zu den Transaktionen von heute haben. Zudem wird es den Agenten schwer fallen, Kundenanrufe für Verkaufsangebote zu nutzen, weil ihnen aktuelle Informationen über den Kunden fehlen, der kurz vor dem Anruf eine Online-Transaktion durchgeführt hat. Wollte die Bank nur die herkömmliche Data Warehouse-Architektur einsetzen, müsste sie zur Lösung des ersten Problems den ETL-Prozess in nahezu Echtzeit laufen lassen, während das zweite die Speicherung riesiger zusätzlicher Datenmengen im Warehouse erforderte, von denen nur ein kleiner Teil jemals bei bestimmten Kundenanrufen benutzt würde.

DB2 Information Integrator kann diese Probleme mit dem in Abbildung 3 gezeigten Ansatz lösen. Er bietet die föderierten Abfragefunktionen für den direkten Zugriff auf aktuelle Daten über Kunden, die in DB2 oder einer anderen relationalen oder nicht-relationalen Datenbank lagern.

Wenn ein Kunde wegen eines Problems mit einer Transaktion von heute anruft, kann der Agent eine einfache Abfrage starten (das heißt, einfach aus der Sicht des Agenten) die konsolidierte Kundeninformationen aus dem Warehouse mit den entsprechenden Transaktionen von heute aus den Zweigstellen, Geldautomaten und dem Internet-Banking verknüpft. Für diesen Join bildet DB2 Information Integrator die konsolidierte Kundennummer im Warehouse auf die möglicherweise unterschiedlichen Kundennummern in den zugrunde liegenden operativen Systemen ab, übermittelt relativ einfache Abfragen an diese Systeme und fügt schließlich die Ergebnisse für den Agenten zusammen. Dies dürfte ein einfacheres und preiswerteres Verfahren sein, als das ETL-System nahezu-Echtzeit-tauglich zu machen.

Die von DB2 Information Integrator bereitgestellten Informationen können dem Agenten auch dabei helfen, einem Kunden, der wegen einer anderen Sache anruft, das richtige Marketingangebot zu machen. Hier werden Daten zu Trends oder Verkaufsgelegenheiten im Warehouse mit Echtzeit-Indikatoren wie dem Kontostand oder den letzten größeren Überweisungen aus dem operativen System verknüpft. Das Unternehmen erzielt einen Vorteil, ohne dass bedeutende Datenmengen gespeichert werden müssen, die vielleicht nie im Warehouse benötigt werden.

Lieferkettenoptimierung und Überwachung der Geschäftstätigkeit

Ein klassischer Belastungstest für Business Intelligence-Anwendungen ist die Verwaltung von Lagerbeständen mit hunderten von Lieferanten an hunderten von Orten. Um dies zu erreichen setzen viele Handelsbetriebe digitale Dispositionstafeln zur Überwachung der Lagerbestände ein, damit die gefürchtete Situation nicht eintritt, dass ein Kunde ein Produkt kaufen möchte, aber vor einem leeren Regal steht. Hier handelt es sich um ein Problem der Integration von Echtzeitinformationen. Die Dispositionstafel muss auf Ausnahmewarnungen beruhen, denn zwischen 5.000 und 30.000 Artikel werden täglich in, sagen wir 250 Filialen verfolgt. Einige Lagerartikel können in einem Tag ausverkauft sein, wenn unvorhergesehene Ereignisse eintreten. Das Produktionssystem kann eine einfache Warnmeldung an die Dispositionstafel schicken, die besagt: „Wir haben die Schwelle unterschritten, bestelle neue Ware.“ Doch es ist die Aufgabe des Disponenten, etwas zu unternehmen. Idealerweise möchte der Disponent einige Knöpfe drücken und schnell eine Reihe von Informationen parat haben. Die benötigten Informationen umfassen:

- *Entwicklung der Lagerbestände für die betroffene Ware in den letzten drei Wochen verglichen mit denen vor einem Jahr für das gleiche Produkt (aus einem DB2 Data Warehouse)*
- *Die aktuellen Rechnungen und Lieferscheine für diese Waren in diesem Lager (aus dem ERP-Beschaffungssystem)*
- *Eine Zusammenfassung der Lager in der Nähe, die Überschüsse haben könnten (aus einem „Lieferungs“-Data Mart, der nicht auf DB2 beruht)*
- *Eine schnelle Überprüfung der Verkaufsförderungsmaßnahmen in dem Laden, um zu sehen, warum die Lagerbestände so schnell sinken (aus einem Content Management-System mit Coupons und Werbematerial)*
- *Die wichtigsten zehn Nachrichten in der Region des Ladens aus den letzten Tagen (aus Web Services von Nachrichtenkanälen)*

Um dem Disponenten alle diese Informationen als Grundlage für hunderte gezielte Entscheidungen zu liefern, besteht die Wahl zwischen dem Aufbau einer sehr komplexen Anwendung und der Nutzung des DB2 Information Integrator. Das föderierte System kann diese Informationen mit einer einzigen Anfrage an verschiedene heterogene Datenbanken und unstrukturierte Datenquellen sammeln. Binnen Sekunden kann der Disponent entscheiden, das wohl keine schnellen Lieferungen zu erwarten sind, die Ursache für den Ausverkauf finden, die am besten geeignete Quelle für die Wiederbeschaffung finden und Lagerbestand aus den Läden mit Überschuss zu denen dirigieren, die Ware benötigen. Dann geht es zur nächsten Warnmeldung.

Executive Information Systems

Heutige Executive Information Systems kümmern sich überwiegend, wenngleich nicht ausschließlich, um die Bereitstellung strukturierter Daten für ihre Nutzer. Dennoch ist es weithin anerkannt, dass ein Großteil der Entscheidungen auf unstrukturierten Inhalten beruht. Solche Inhalte sind von heutigen EIS ausgeschlossen, weil das System Schwierigkeiten hat, auf sie zuzugreifen oder sie mit strukturierten Daten zu verknüpfen, oder wegen des Platzes, den sie im Data Warehouse einnehmen würden. Außerdem stammen solche Inhalte oft aus externen Quellen und können sehr flüchtig sein.

DB2 Information Integrator geht diese Probleme in der in Abbildung 4 dargestellten Weise an. Zusammen mit Lotus Extended Search bietet DB2 Information Integrator Werkzeuge und Zugang zu einer Vielzahl verschiedener Content Speicher. Die Werkzeuge ermöglichen die Verknüpfung von relationalen Daten mit unstrukturiertem Content, sofern dieser unstrukturierte Content in geeigneter Form indiziert wurde. Informationsintegration bietet daher ein ideales Mittel, um auf verschiedene, verteilte, unstrukturierte Inhalte in der Weite des Internets oder von Intranets zuzugreifen. Durch den im Hintergrund arbeitenden föderierten Zugriff kann das Data Warehouse einen ununterbrochenen Strom relevanten Contents an das EIS liefern, ohne allen Content lokal speichern zu müssen. Selbstverständlich kann DB2 Information Integrator die Daten auch lokal zwischenspeichern, um die Performance zu erhöhen.

Rationalisierung der Data Marts von Behörden

Viele große Unternehmen haben heute mehrere Data Warehouses, von denen jedes mehrere Data Marts unterstützt, die als dedizierte Systeme geschäftliche Informationen bieten, die den Abteilungsstrukturen oder Berichtsanforderungen angepasst sind. Dies dürfte bei der Öffentlichen Hand am offensichtlichsten sein, wo unterschiedliche Abteilungen sensitive Informationen über Personen, Firmen und Ressourcen sammeln und hüten, die sich oft überschneiden und nicht selten widersprechen. Aus praktischen und politischen Gründen wäre es unmöglich, derartige Warehouses in ein einziges, übergroßes Mega-Warehouse zusammen zu führen.

Dennoch führen die heutigen Anforderungen an bessere Verwaltbarkeit, weniger Inkonsistenzen und insbesondere mehr Sicherheit zu dem Wunsch, irgendwie eine Gesamtsicht all dieser Informationen zu schaffen. Die dritte Konfiguration einer Architektur zur Informationsintegration, wie sie in Abbildung 5 dargestellt ist, bietet die technische Grundlage zur Erfüllung dieser Anforderungen, wenngleich die Anstrengungen zur Daten-Archäologie und -Modellierung dafür nicht unterschätzt werden dürfen. Die Kosten dieser Anstrengungen mögen die nötigen technischen Investitionen klein erscheinen lassen und sind vergleichbar, gleichgültig welcher Ansatz gewählt wird, sei es ein neues Mega-Warehouse oder ein föderierter Ansatz.

Durch den Einsatz von DB2 Information Integrator als System für föderierte Abfragen können Organisationen das Problem allmählich angehen. Statt die Beziehungen aller Daten in zwei Warehouses zueinander verstehen zu müssen, und ein Verfahren für ihre Zusammenführung entwerfen und realisieren zu müssen, beginnt der DB2 Information Integrator mit überschaubaren Beziehungen, die einen unmittelbaren Nutzen bringen und mit der Zeit erweitert werden. Die Nutzer von Data Mart A können zum Beispiel bei einer föderierten Abfrage Informationen aus Data Mart B ihren eigenen Informationen hinzufügen. Mit der Zeit werden weitere Informationen aus Data Mart B in verteilte Abfragen eingeschlossen, so dass die Basis der Metadaten oder Mappings zwischen den beiden Data Marts wächst. Das gleiche kann in der Gegenrichtung passieren und ebenso zwischen Datensätzen anderer Marts in der Umgebung. Die wachsende Menge an Metadaten kann in der Zukunft die Grundlage für die Rationalisierung der Speicherung und Verteilung von Informationen werden.

Die Sicht der Programmierer und Datenbank-Administratoren

Welcher Aufwand ist nötig, um die Vorteile der Informationsintegration zu erreichen? Den Programmierern vereinfacht DB2 Information Integrator eine komplexe Umgebung. Mit einer einzigen SQL-Anweisung kann ein durchschnittlicher Programmierer auf Daten sowohl in verschiedenen Datenbanken (u.a. DB2, Oracle oder SQL Server) als auch in nicht-relationalen Datenquellen zugreifen. DB2 Information Integrator verringert die Komplexität der Programme, denn die Programmierer müssen nicht verschiedene SQL-Dialekte kennen. Er verwaltet die Verbindungen zu mehreren Datenbanken gleichzeitig und regelt die komplexe Verknüpfungslogik zur Korrelation mehrerer Datenquellen. Das verringert neben der Komplexität auch die Anforderungen an die Fähigkeiten der Programmierer, mit einer heterogenen IT-Umgebung fertig zu werden.

Es ist die Aufgabe des Datenbank-Administrators (DBAs), die Umgebung so einzurichten, dass dies möglich wird. Im DB2 Control Center definiert der DBA die wichtigen Datenquellen – die Art der Datenquelle, die Server, auf denen sie lagern, Nutzer-Mappings und das Mapping von Quellfeldern in ein relationales Schema, auch Nicknames genannt. In vielen Fällen wird der DBA auch einfache Transformationen definieren, damit die Daten aus einer Datenbank in einem sinnvollen Kontext mit anderen Datenbanken verknüpft werden können. Zum Beispiel kann es nötig sein vorzugeben, dass die Kürzel „M“ und „F“ (für männlich und weiblich) durch „1“ und „2“ aus einer anderen Datenquelle ersetzt werden sollen. Sobald der DBA die Nicknames, Serveradressen und einfachen Transformationen festgelegt hat, können die Programmierer DB2 Information Integrator benutzen.

Zusammenfassung

Weil Anwender einen breiteren Zugriff auf die im Unternehmen verfügbaren Datenressourcen benötigen, wird die Informationsintegration immer wichtiger. Der föderierte Zugriff auf Daten bietet eine Reihe interessanter Möglichkeiten im Data Warehousing-Umfeld, doch er kann Data Warehouses nicht ersetzen. Ebenso wenig enthebt er von der Notwendigkeit sorgfältiger Untersuchungen und ausführlicher Modellierung. Mit föderierten Zugriffsfunktionen lässt sich der herkömmliche Data Warehouse-Ansatz erweitern. In vielen Fällen können Organisationen so auf Daten außerhalb der Warehouse-Umgebung zugreifen, als lägen sie im Warehouse selbst.

Mithilfe von DB2 Information Integrator und föderierter Abfragen können Daten aus verschiedenen und verteilten Quellen zusammengeführt werden. Der föderierte Zugriff bietet daher ein kostengünstiges Mittel, um Benutzern Daten sowohl aus dem Warehouse als auch aus anderen Quellen verfügbar zu machen. Er muss jedoch auf sorgsam ausgewählte Untermengen der Daten eingegrenzt werden, die in Hinblick auf Netzbandbreite, Leistungsfähigkeit der Quellenwendungen und Fragen der Datenqualität gewählt werden. Der Vorgang kann die Daten auch transformieren und dabei logische und sinnvolle Änderungen vornehmen. Föderierte Abfragen können Daten jedoch nur schwer von Ungenauigkeiten und Inkonsistenzen befreien. Zur Bereinigung der Daten bleibt Unternehmen normalerweise deren Überführung ins Data Warehouse nicht erspart. Kurz gesagt ermöglicht der föderierte Zugriff die Erweiterung der Data Warehouse-Architektur um die Unterstützung des Echtzeitzugriffs auf Daten und Inhalte in ihren Originalquellen und in ihrer Originalform. Er ist ein mächtiges Werkzeug und muss daher vorsichtig und präzise eingesetzt werden.

Der föderierte Zugriff ergänzt die herkömmlichen ETL- und Replikationsansätze, die zur Population des Warehouses eingesetzt werden. Dieser Ansatz für die Informationsintegration bietet mächtige Funktionen zur Erstellung, Unterhaltung und Weiterentwicklung des Data Warehouses. Er wird zudem eine solide Grundlage mit umfassenden und konsistenten Daten für das integrierte Unternehmen bilden. Die Schaffung eines Data Warehouses ist der erste Schritt zu integriertem Informationszugriff. Die Kombination des Warehouses mit DB2 Information Integrator wird Organisationen helfen, die Vision vom Echtzeitzugriff ebenso zu verwirklichen wie die Unterstützung von Entscheidungen in Echtzeit durch historische Informationen.



IBM Deutschland GmbH

D-70548 Stuttgart
Homepage: ibm.com/de

IBM Österreich

Obere Donaustraße 95
A-1020 Wien
Homepage: ibm.com/at

IBM Schweiz

Bändliweg 21, Postfach
CH-8010 Zürich
Homepage: ibm.com/ch

Die IBM Homepage finden Sie im Internet unter:
ibm.com

Vertragsbedingungen und Preise erhalten Sie bei den IBM Geschäftsstellen und den IBM Geschäftspartnern. Die Produktinformationen geben den derzeitigen Stand wieder. Alle Angaben ohne Gewähr. Gegenstand und Umfang der Leistungen bestimmen sich ausschließlich nach den jeweiligen Verträgen.

IBM, das IBM Logo, das @ Logo, DataJoiner, DB2, DB2 Universal Database, Informix, Lotus und WebSphere sind eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den Vereinigten Staaten und in anderen Ländern.

Microsoft ist eine Marke der Microsoft Corporation in den Vereinigten Staaten und/oder anderen Ländern.

Marken anderer Unternehmen/Hersteller werden anerkannt.

Hinweise in dieser Veröffentlichung auf IBM Produkte, Programme oder Services bedeuten nicht, dass IBM diese in allen Ländern bereitstellt, in denen das Unternehmen tätig ist. Hinweise auf IBM Produkte, Programme oder Services bedeuten nicht, dass nur IBM Produkte, Programme und Services verwendet werden können. Sie können jedes andere Produkt mit identischer Spezifikation verwenden.

IBM Produkte sind fabrikaner hergestellt. Sie können neben neuen auch wieder verwendete Teile enthalten.

Bei IBM heißt Dienst am Kunden auch Dienst an unserer Umwelt. Wir nehmen Ihre IBM Altgeräte zurück und stellen deren umweltfreundliche Entsorgung zum Selbstkostenpreis sicher.

Die vorliegende Veröffentlichung dient ausschließlich der allgemeinen Information. Änderungen ohne Hinweis vorbehalten. Die neuesten Informationen über IBM Produkte und Services erhalten Sie bei Ihrem lokalen IBM Händler.

Bei abgebildeten Geräten kann es sich um Entwicklungsmodelle handeln.

© Copyright IBM Corporation 2003.
Alle Rechte vorbehalten.