

Philipps



Universität
Marburg

Auf dem Weg zur allwissenden Fabrik

Vertikale Integration auf Basis
kontinuierlicher Datenverarbeitung

**Christoph Heinz, Jürgen Krämer,
Tobias Riemenschneider,
Bernhard Seeger**

27.09.2007

Agenda

■ **Production Intelligence**

- Vertikale Integration und deren Nutzen

■ **Kontinuierliche Anfragen über Datenströmen**

- Spezifikation und Verarbeitungsprinzipien

■ **Unsere Softwareinfrastruktur PIPES**

- Architekturelle Grundlagen und Funktionsumfang

■ **Einsatz von PIPES in der Fabrikautomation**

- Kopplung an die Integrationsmiddleware i-Plant
- Synergieeffekte
- Kurze Demo

Agenda

■ **Production Intelligence**

- Vertikale Integration und deren Nutzen

■ **Kontinuierliche Anfragen über Datenströmen**

- Spezifikation und Verarbeitungsprinzipien

■ **Unsere Softwareinfrastruktur PIPES**

- Architekturelle Grundlagen und Funktionsumfang

■ **Einsatz von PIPES in der Fabrikautomation**

- Kopplung an die Integrationsmiddleware i-Plant
- Synergieeffekte
- Kurze Demo

Motivation

■ Anwendungsgebiet: Produktionsindustrie

- Branchen mit hohem Wettbewerbsdruck und hohem Automatisierungsgrad
- Generierung enormer Datenmengen durch Sensoren in modernen Automatisierungssystemen

■ Gegenwärtiger Stand

- Daten sind vorhanden, aber Zugriff und Verknüpfung sind schwierig
- Teure Datengewinnung mit großem zeitlichen Verzug
- Schnelle Reaktion auf aktuelle Marktanforderungen oder unvorhersehbare Ereignisse ist schwierig!

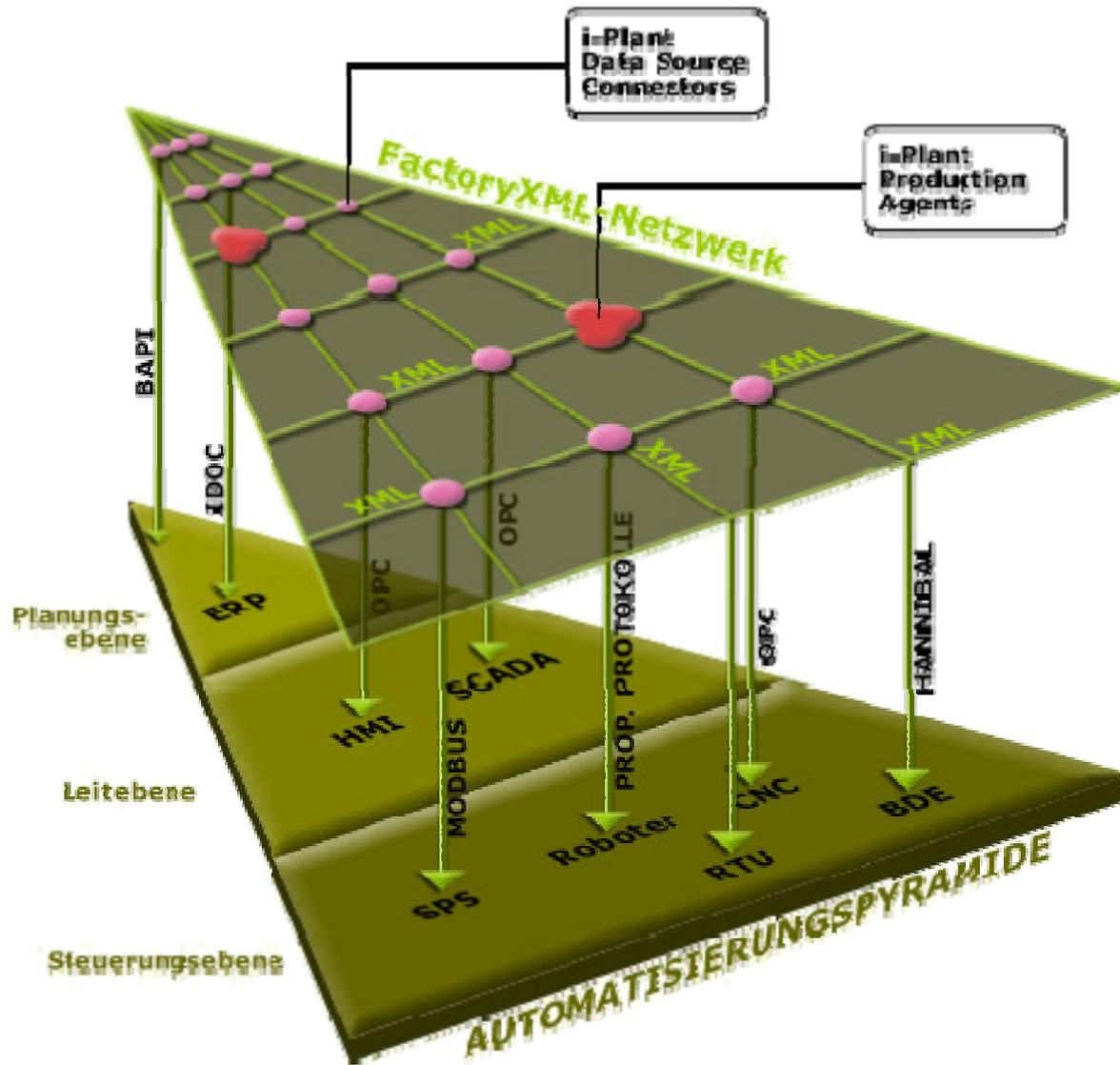
Production Intelligence

- **Ziel: Zügige Bereitstellung und Analyse von Live-Daten aus Produktionsprozessen zur Gewinnung betrieblich wichtiger Kennzahlen**
 - Ursprung in *Business Intelligence*
 - Messung der Effizienz einzelner Geschäftsprozesse
 - Darstellung betrieblich wichtiger Kenngrößen
 - Zeitnah, verständlich und einfach zugreifbar
 - Wichtige Unterschiede
 - Heterogene Daten und Systeme vs. strukturierte und verdichtete Daten
 - Signifikant höhere Datenaufkommen

Vertikale Integration

- **Bezug zwischen automatisierungstechnischen und betriebswirtschaftlichen Daten**
- **Leistungsmessung eines Produktionsprozesses**
 - Ausschuss nicht nur in Stück, sondern in €
 - Ausfall einer Maschine in der aktuellen Woche gegenüber dem Vormonat
 - Vergleich von Ist- mit Sollzuständen
- **Durchgängiger Datenfluss zwischen Steuerungs- und Planungsebene**

Vertikale Integration



Typische Softwareanwendungen

■ Digital Dashboard

- Überblick über wichtige Leistungsindikatoren im Web-Browser mit ständiger Aktualisierung



■ Web-Reporting

- Zeitnahe Auskunft über betriebswirtschaftliche Parameter angepasst an Nutzergruppen

■ Alarmierung und Nachrichtenversand

- Automatisierte, softwareseitige Alarmierung
- Nachrichten bei signifikanten Ist/Soll-Abweichungen
- Einbeziehung von Web- und Internettechniken sowie mobiler Endgeräte



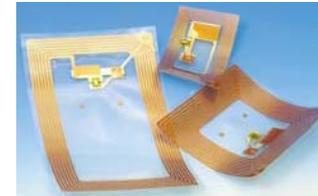
Agenda

- **Production Intelligence**
 - Vertikale Integration und deren Nutzen
- **Kontinuierliche Anfragen über Datenströmen**
 - Spezifikation und Verarbeitungsprinzipien
- **Unsere Softwareinfrastruktur PIPES**
 - Architekturelle Grundlagen und Funktionsumfang
- **Einsatz von PIPES in der Fabrikautomation**
 - Kopplung an die Integrationsmiddleware i-Plant
 - Synergieeffekte
 - Kurze Demo

Datenströme

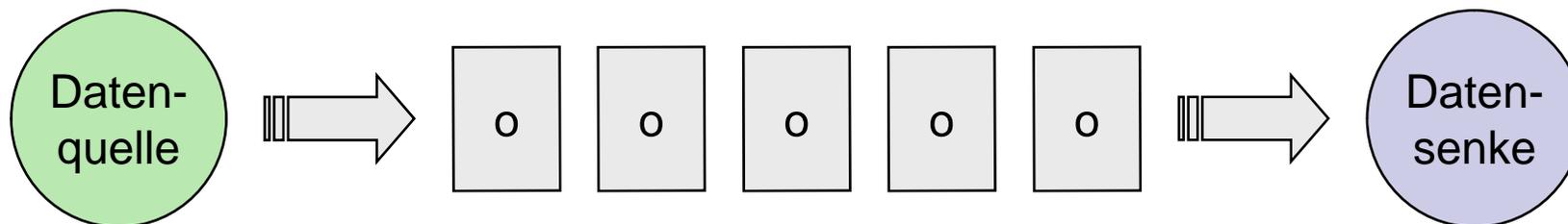
■ Aktive Datenquelle

- Datenquelle, die ihre Daten selbständig übermittelt

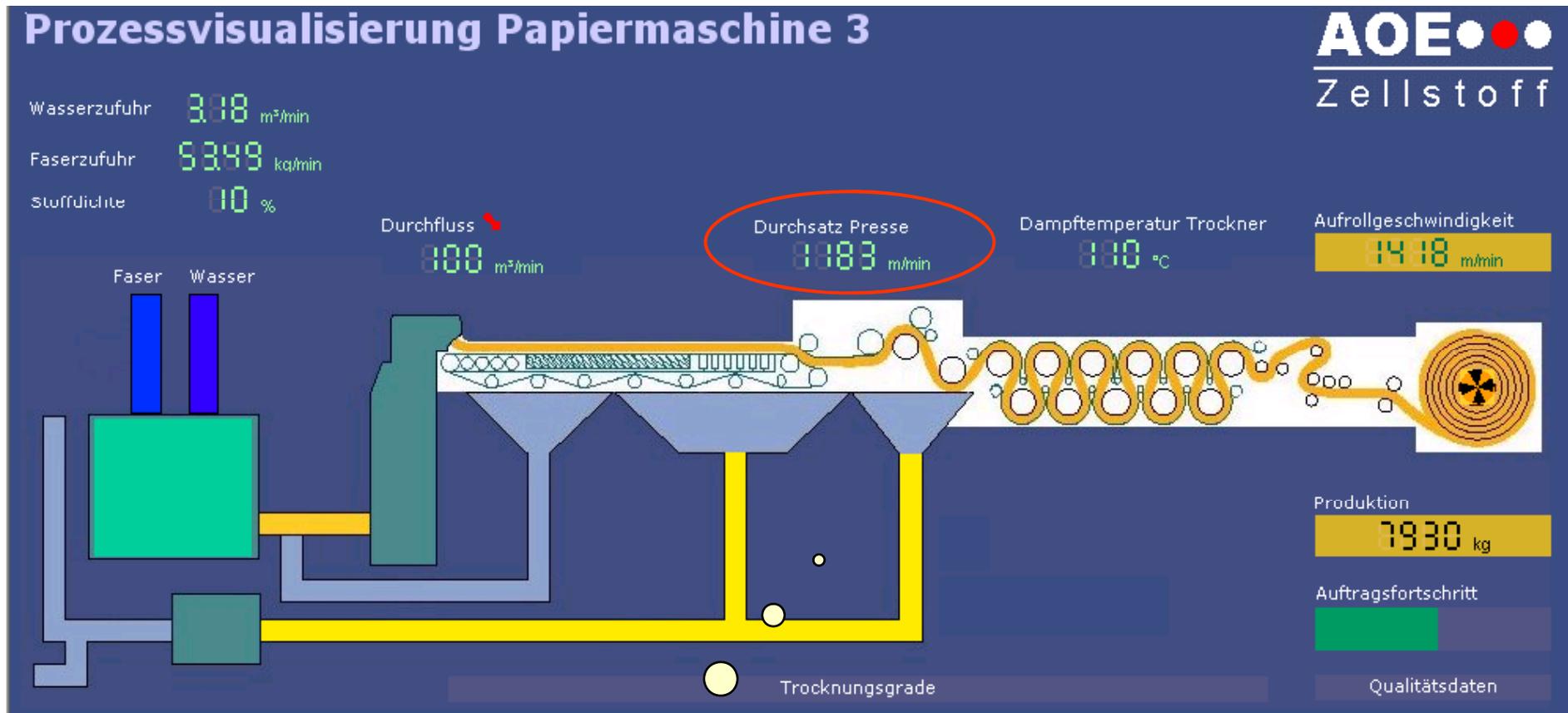


■ Datenstrom

- Kontinuierliche Folge von Elementen einer aktiven Datenquelle



Beispiel Fabrikautomation



Wie sieht ein Datenstrom aus?

Eingabestrom

■ Folge von Paaren (**Tupel**, **Zeitstempel**)

- Alle Tupel sind vom gleichen Typ.
- Jedes Tupel besitzt einen Zeitstempel.
- Datenstrom ist zeitlich geordnet.

■ Format

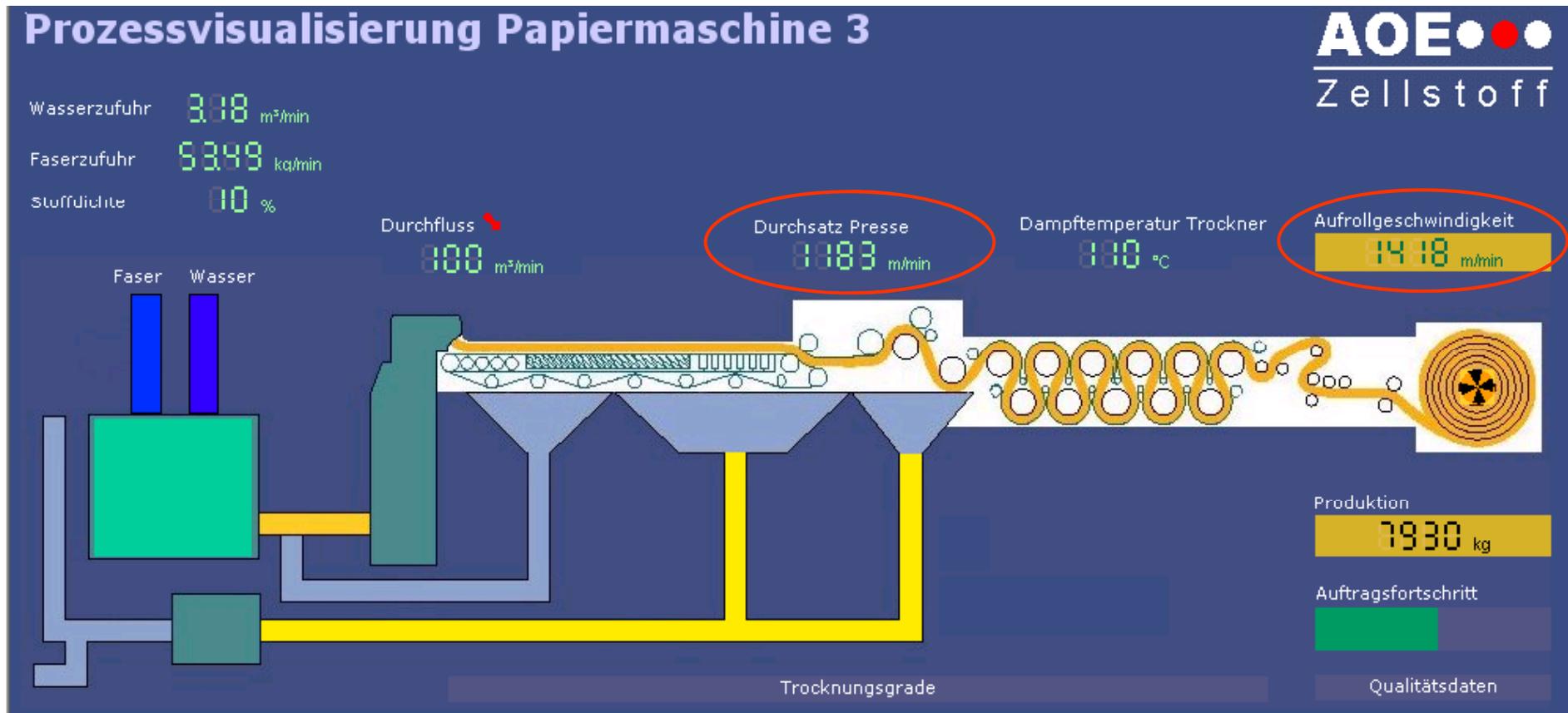
```
PressStream(wert REAL, zeitstempel TIMESTAMP)
```

■ Datenstrom

```
(1183, 13:10:02)  
(1120, 13:10:03)  
(1215, 13:10:04)
```

...

Beispiel für kontinuierliche Anfrage



„Bestimme für den **Pressendurchsatz** und die **Aufrollgeschwindigkeit** alle Wertepaare, deren betragliche Differenz innerhalb der letzten Minute größer als 300 war.“

Aktuelle Umsetzung

- **Direkte Implementierung**
- **Nachteile bei komplexerer Applikationslogik**
 - Tausende Zeilen an Quellcode
 - Proprietäre Programmiersprachen
 - Hohe Entwicklungs- und Wartungskosten
 - Inflexibilität gegenüber Änderungen/Erweiterungen
 - Extensives Testen und Debuggen

```
STEP 5 - S5KXS01X
FB 201
Netzwerk 1
: B      =DB
:
: L      =PW
: SWW    3
: T      DW 200
: L      KF +314
: >F
: SPB    =M001
: S      =DRHT
: L      KF +0
: T      =XA
: BEA
M001 : RB  =DRHT
:
: L      DW 200
: L      KF +2600
: <F
: SPB    =M002
: S      =BU
: SPA    =M003
FAdressen F Bib.Nr.
1Symb.Anz.2Referenz
```

Idee

■ Verwendung von Datenbanksystemen

- Bewährte Technologie
- Einfache Spezifikation von Applikationslogik
 - SQL als deklarative Anfragesprache
 - Spezifikation der Ergebnismenge statt Berechnungsvorschriften

■ Vorteile

- Hohe Akzeptanz bei Anwendern
- Standardisierung und wohldefinierte Semantik
- Geringere Entwicklungs- und Wartungskosten

Anfrageformulierung

■ Textuelle Anfrage

„Bestimme für den **Pressendurchsatz (S1)** und die **Aufrollgeschwindigkeit (S2)** alle **Wertepaare**, deren **betragliche Differenz** innerhalb der letzten Minute **größer als 300** war.“

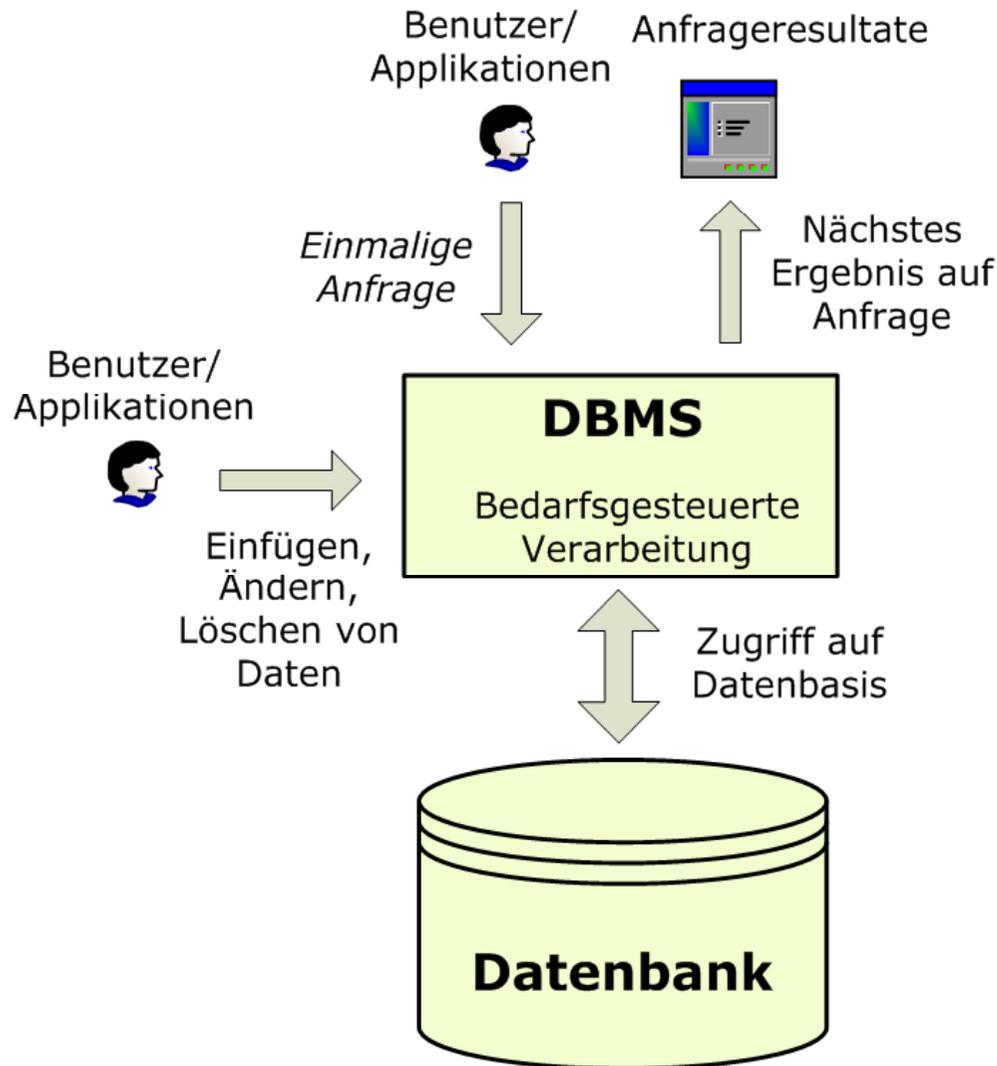
■ SQL-Anfrage

```
SELECT S1.WERT, S2.WERT
FROM   S1 WINDOW(RANGE 1 MINUTE),
       S2 WINDOW(RANGE 1 MINUTE)
WHERE  |S1.WERT - S2.WERT| > 300;
```



Wie wird
diese
Anfrage
verarbeitet?

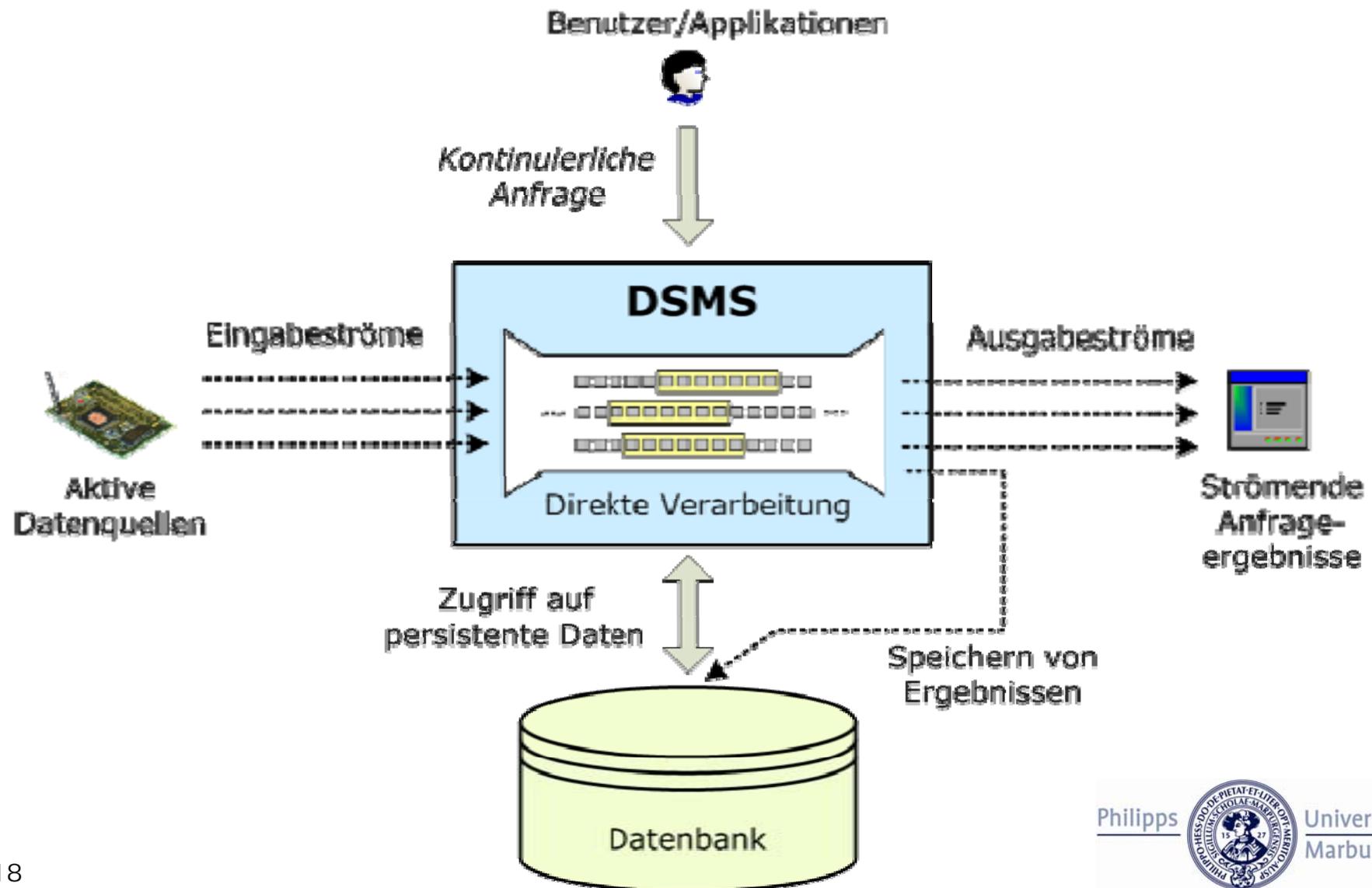
Traditionelle Anfrageverarbeitung



- **Keine kontinuierlichen Anfragen**
- **Vollständige Speicherung**
 - Teure Suche und Analyse
 - *Datenfriedhöfe*

DBMS sind eher ungeeignet für Datenstromanwendungen

Anfrageverarbeitung auf Datenströmen



Agenda

- **Production Intelligence**
 - Vertikale Integration und deren Nutzen
- **Kontinuierliche Anfragen über Datenströmen**
 - Spezifikation und Verarbeitungsprinzipien
- **Unsere Softwareinfrastruktur PIPES**
 - Architekturelle Grundlagen und Funktionsumfang
- **Einsatz von PIPES in der Fabrikautomation**
 - Kopplung an die Integrationsmiddleware i-Plant
 - Synergieeffekte
 - Kurze Demo

PIPES – Public Infrastructure for Processing and Exploring Streams

■ Softwareinfrastruktur zur Verarbeitung von Datenströmen

- > 1000 Java-Klassen
- > 150.000 Lines of Code
- Dokumentiertes API
- Zahlreiche Use-Cases

■ Gegenwärtiger Stand

- Kommerzielle Weiterentwicklung
→ Spin-Off
- Gefördert durch BMWi und EU

Deutsche
Forschungsgemeinschaft

DFG



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Sozialfonds

Philipps



Universität
Marburg

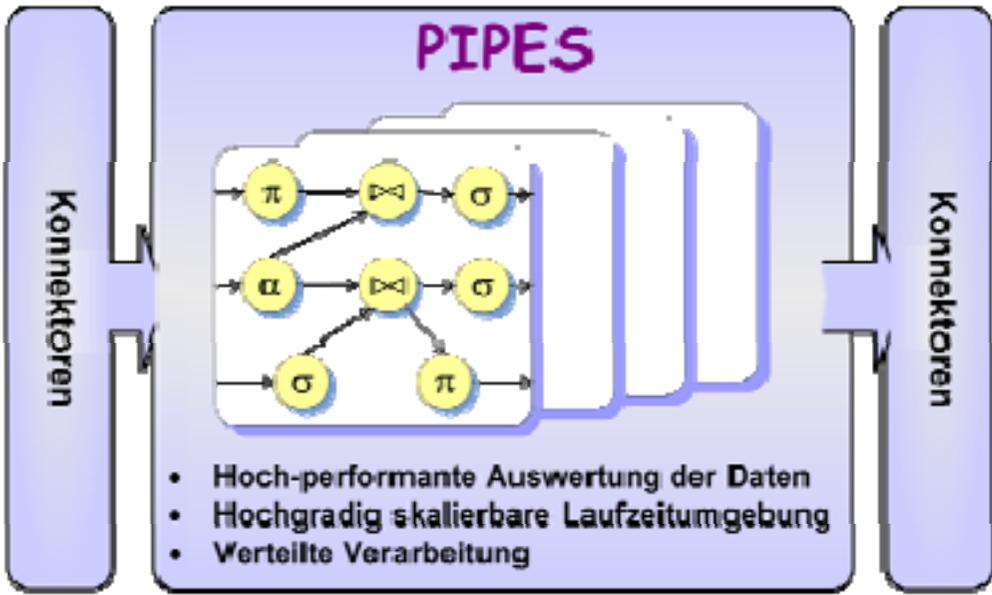


Entwicklung von Applikationen mit



Datenquellen

- Markt-daten
- Click-streams
- Netzwerk-pakete
- RFID / Sensoren



Datensenken

- Alarm-monitor
- Dash-boards
- Data Warehouse
- Web-interfaces



Anfrageformulierung

■ SQL-konforme Anfragesprache

- Standardisierung / weite Verbreitung in der Praxis
- Klare und wohldefinierte Semantik
- Einfache Formulierung komplexer Applikationslogik

■ Visuelle Programmierung

- Drag & Drop
- Modellierung als Datenflussdiagramm (Workflows)

■ Implementierung mit API

- Wenige zentrale Schnittschnelle
- Zahlreiche Vorimplementierungen

Anfrageverarbeitung

- Operatoren implementiert mit Online-Algorithmen → direkte Verarbeitung
 - Publish-Subscribe Architektur
 - Zusammenfassen gemeinsamer Teilanfragen
 - Adaptive Laufzeitumgebung
 - Scheduling → Multi-Threading
 - Ressourcenmanagement → Überlastbehandlung
 - Optimierung → statisch und dynamisch
- Hohe Skalierbarkeit und Verfügbarkeit!**

Weitere Features

■ Data Mining auf Datenströmen

- Berechnung einfacher und höherwertigerer Statistiken
- Erkennung von Mustern

■ Verteilung auf mehrere Rechner

- Migration von Anfragen zur Laufzeit
- Einsatz in Grid-Umgebungen

■ Archivierung von Ausgabeströmen

- Vorverarbeitung und Aufbereitung der Daten
- Unterstützung historischer Anfragen

Leistungsdaten

■ Durchsatz

- > 10^6 Elemente pro Sekunde
- Vergleich mit kommerziellen Datenbanksystemen
 - Nachbildung kontinuierlicher Anfragen mittels Triggern
 - Weniger als 10^2 Elemente pro Sekunde
 - Keine Anfrageoptimierung möglich

■ Skalierbarkeit

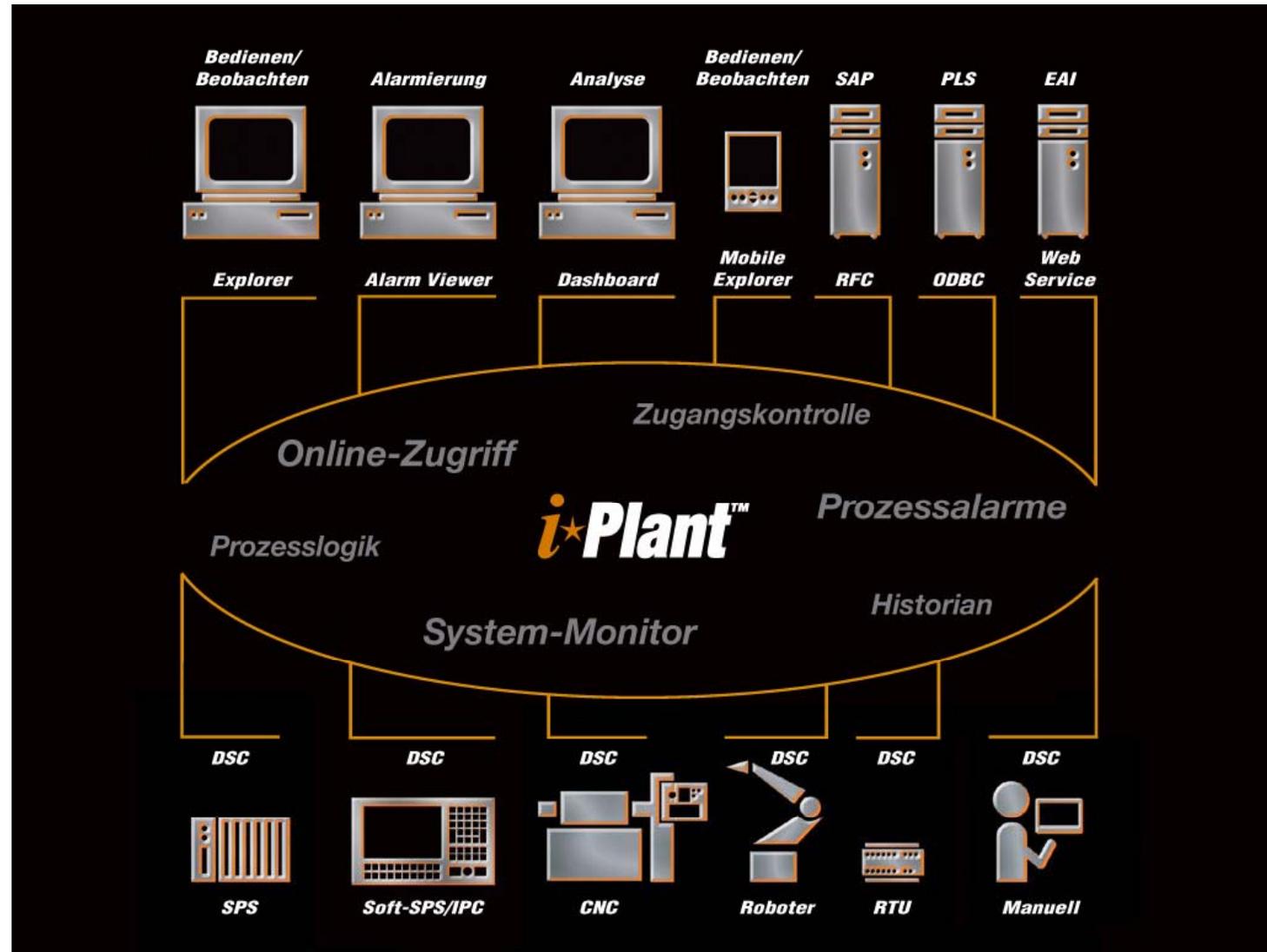
- Langzeitexperimente mit mehr als 5000 kontinuierlichen Anfragen und mehr als 50 Threads
- Deutliche Effizienzsteigerung durch Anfrageoptimierung

Agenda

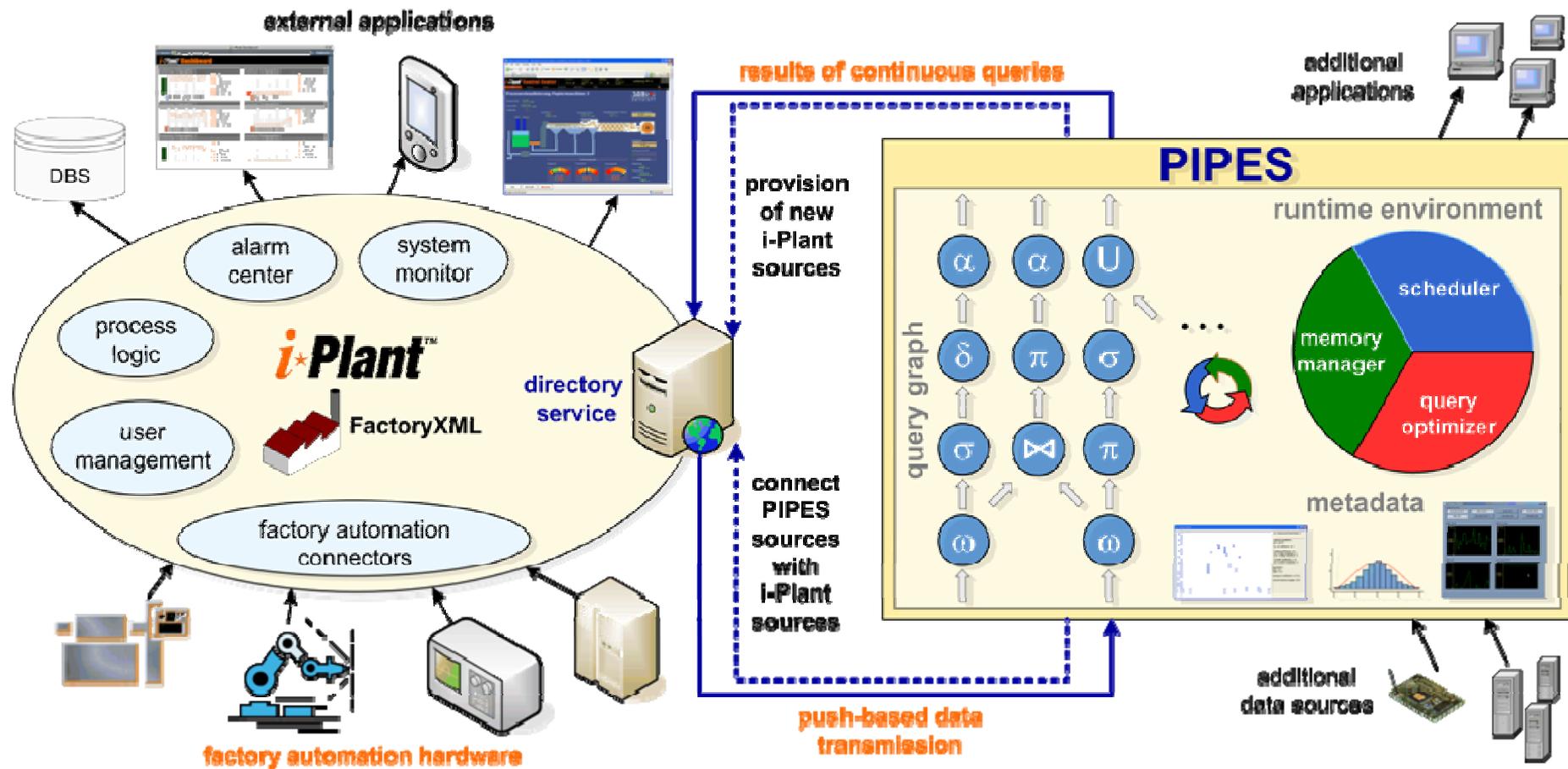
- **Production Intelligence**
 - Vertikale Integration und deren Nutzen
- **Kontinuierliche Anfragen über Datenströmen**
 - Spezifikation und Verarbeitungsprinzipien
- **Unsere Softwareinfrastruktur PIPES**
 - Architekturelle Grundlagen und Funktionsumfang
- **Einsatz von PIPES in der Fabrikautomation**
 - Kopplung an die Integrationsmiddleware i-Plant
 - Synergieeffekte
 - Kurze Demo

i-Plant als Integrationsplattform

Kooperation
mit



Kopplung von i-Plant und PIPES



Synergieeffekte

■ i-Plant

- Unterstützung komplexer kontinuierlicher Anfragen
 - Subquery-Sharing
 - Adaptive Laufzeitumgebung
 - Fortgeschrittene Datenanalysetechniken

■ PIPES

- Zugriff auf eine Vielzahl von Konnektoren
- Professionelle Front-Ends sowie Anbindung an diverse externe Applikationen
 - SCM und EAI Systeme, E-Mail und PDA Dienste
- Benutzerverwaltung, Backup-Dienste und Fehlertoleranz beim Zugriff auf i-Plant Quellen

i-Plant™ Control Center

Produktion
730 kg

Sollmenge
15000 kg

Auftrags-
fortschritt
5 %

Auftrags-
ende
27.06.05
19:27

Leistung PM 3

HMI

Alarme

Archiv

Explorer

Benutzer

Hilfe

Prozessvisualisierung Papiermaschine 3

AOE
Zellstoff

Wasserzufuhr 4.29 m³/min

Faserzufuhr 104.76 kg/min

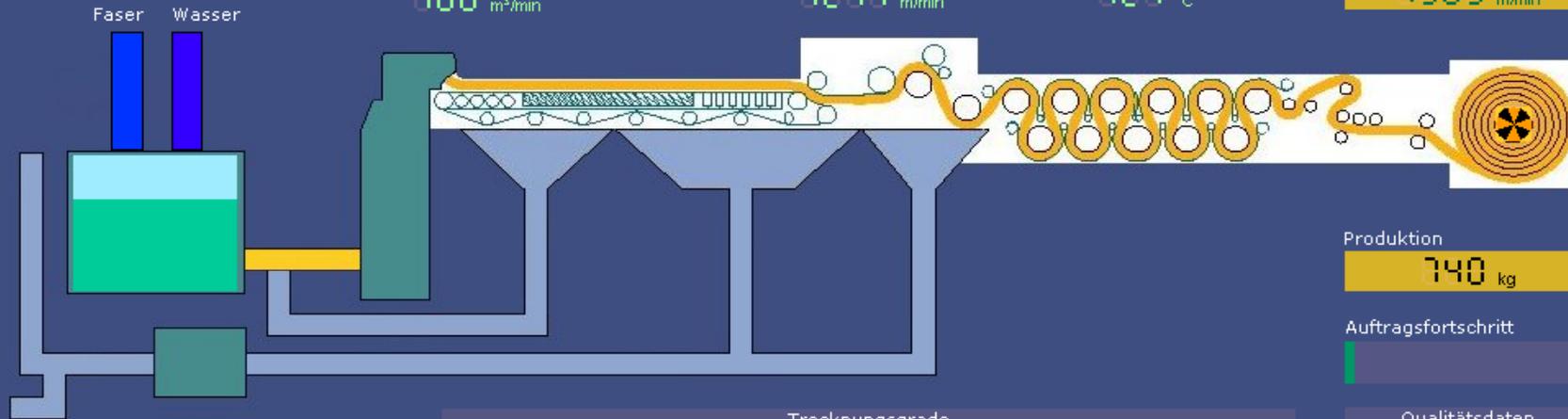
Stoffdichte 8

Durchfluss
100 m³/min

Durchsatz Presse
12.14 m/min

Dampftemperatur Trockner
121 °C

Aufrollgeschwindigkeit
1585 m/min



Produktion
740 kg

Auftragsfortschritt

Qualitätsdaten

Trocknungsgrade

Siebpartie



Presspartie



Trockenpartie



Bahnbreite

800 cm

Papierstärke

2000 µm

Reißlänge

482 km

HMI

BDE-MDE

Übersicht

Zusammenfassung

■ Production Intelligence

- Zeitnahe Bereitstellung/Analyse großer Datenmengen
- DBMS und direkte Programmierung ungeeignet
- Direkte Verarbeitung der Datenströme mittels PIPES

■ PIPES

- Flexible, modulare und erweiterbare Architektur
- Hohe Effizienz bei der Anfrageauswertung
- Adaptive und skalierbare Laufzeitumgebung
- Einfache Formulierung komplexer Applikationslogik

Philipps



Universität
Marburg

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen?