

Vorstellung des Streamkonzepts

Vortrag zum Seminar: *Datenbanken und Informationssysteme*

Lehrgebiet Datenverwaltungssysteme
Technische Universität Kaiserslautern
Wintersemester 2004/2005

Thomas Jörg

Gliederung

- Motivation –
Beispiele für den Einsatz von Datenströmen
- Eigenschaften von Datenströmen
- Konsequenzen dieser Eigenschaften für die
Verarbeitung
- Verfahren zur Auswertung von Anfragen
- Zusammenfassung

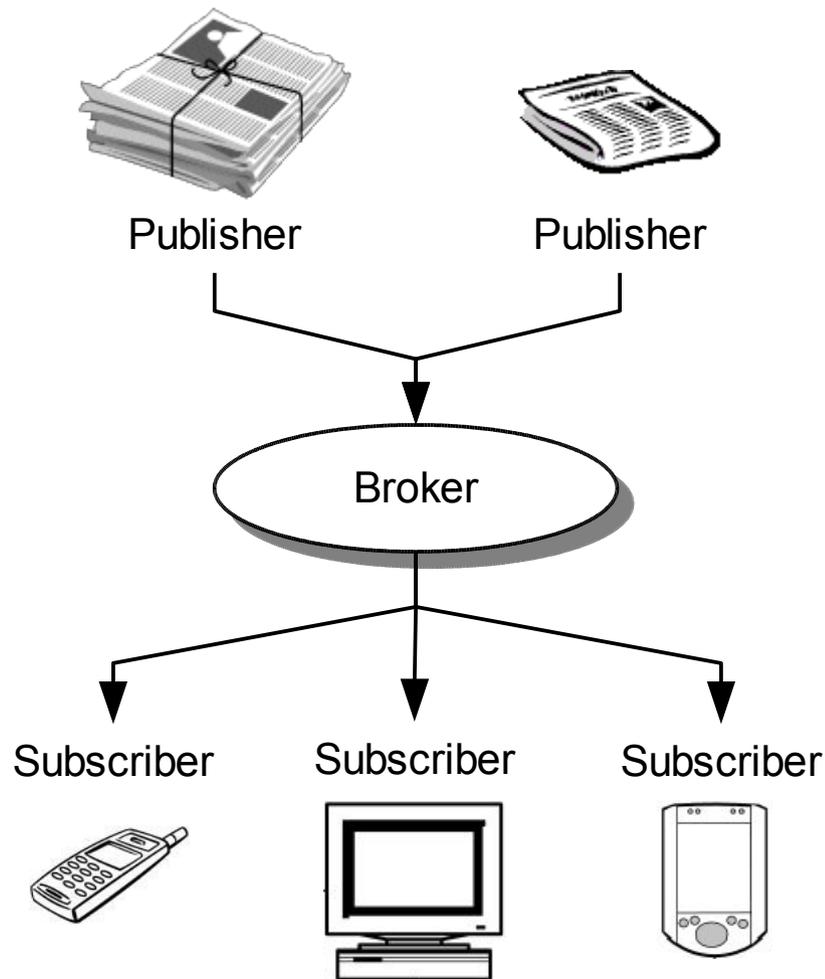
Motivation



- Rund 300 fest installierte Mautbrücken
- Automatische Überwachung des fließenden Verkehrs
- Erfassung der Kennzeichen passierender LKW
- Abgleich mit manuellen Einbuchungen
- "Nur ein Bruchteil der Brücken ist jeweils scharf geschaltet"
Quelle: Spiegel online



Motivation



- Publish-Subscribe-Systeme
- Selective Dissemination of Information (SDI)
- Anwendungsbeispiele:
 - Börsenticker
 - Nachrichtenticker
- Anpassung von Format und Inhalt an Empfängerwünsche

Datenströme

- Punktströme
 - Dateneinheit: Skalare Werte
- Tupelströme
 - Dateneinheit: Flache relationale Tupel
- XML-Ströme
 - Dateneinheit: XML-Fragmente
 - Interessant für semi-strukturierte Daten
 - Beliebige Schachtelung, rekursiv definierte Strukturen

Eigenschaften von Datenströmen

- Potentiell unbegrenzte kontinuierliche Übertragung
 - Push-Kommunikation
 - Übertragung sehr großer Datenmengen möglich
 - Übertragungsrates kann unvorhersehbar fluktuieren
- Datenströme sind **unberechenbar**

Verarbeitung von Datenströmen

- Speichern von Datenströmen vor der Verarbeitung nicht praktikabel
 - Datenmengen potentiell zu groß
 - Effiziente Verarbeitung wichtig
 - Rein sequentieller Zugriff
- Verarbeitung erfolgt datengetrieben
 - Anfragen werden kontinuierlich ausgewertet
 - *DBMS-Active-Human-Passive-Modell (DAHP)*

Verarbeitung von Datenströmen

- Verarbeitung in Echtzeit
 - Bedeutend für viele Monitoring-Applikationen
 - Überlastsituationen
 - Einsatz von Load-Shedding-Verfahren
 - Anfragen können vergangene Daten referenzieren
 - Einsatz von Datenreduktions- und Zusammenfassungstechniken
- Reduzierung der Präzision unausweichlich

Vergleich mit traditionellen DBMS

| | <i>Datenstrom- systeme</i> | <i>Datenbank- systeme</i> |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Daten | transient | persistent |
| Anfragen | persistent | transient |
| Datenzugriff | sequentiell | wahlfrei |
| Anfrageresultate | eventuell angenähert | präzise |

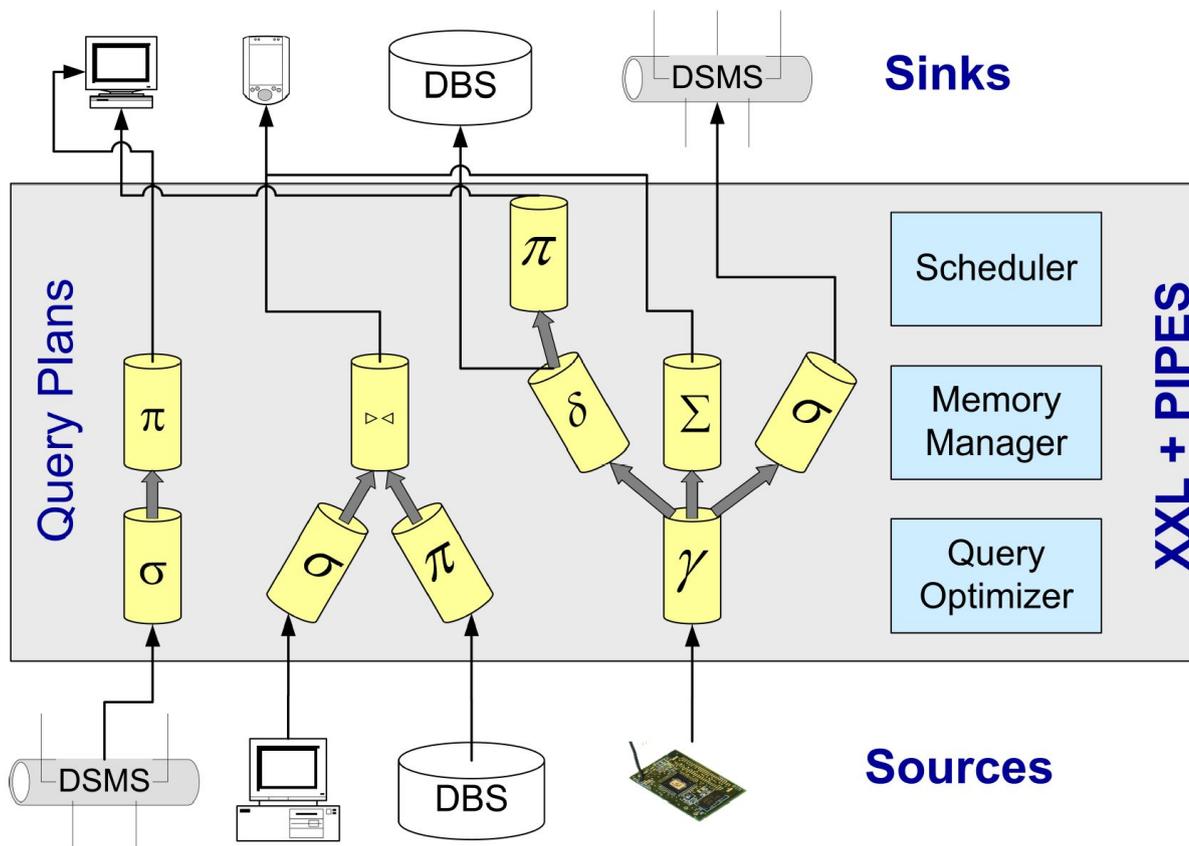
Klassifizierung von Anfragen

- Einmalige Anfragen
 - Beziehen sich auf einen Schnappschuss des Zustandes von Daten
- Kontinuierliche Anfragen
 - Kontinuierliche Auswertung eines Datenstrom
 - Resultate in Form von Datenströmen möglich
- Vordefinierte Anfragen
 - Bekannt bevor relevante Daten eintreffen
- Ad-hoc-Anfragen
 - zu beliebigem Zeitpunkt abgesetzt
 - Probleme bei Optimierung oder Referenz auf vergangene Daten

Kontinuierliche Anfragen – Verwandte Konzepte

- Aktive Regeln, Trigger oder *Event-Condition-Action Rules*
 - Vergleich: DAHP-Modell
- Materialisierte Sichten
 - Wartung von Sichten
 - *Self-Maintainability*
- *Chronicle Data Model*
 - Append-Only-Relationen, Tupel chronologisch geordnet
 - Einsatz von Sichten zur Bereitstellung aggregierter Daten
 - Wartung dieser Sichten ohne Zugriff auf *Chronicles*

Kontinuierliche Anfragen



Quelle: PIPES – A Public Infrastructure for Processing and Exploring Streams

- Gerichteter azyklischer Graph
- Netzwerk von Operatoren
- Vergleich: Ausführungsplan in traditionellem DBMS
- Datenströme als Quellen
- Push statt Pull

Kontinuierliche Anfragen

- Selektion, Projektion und Vereinigung lassen sich problemlos ins Strommodell übertragen
 - Blockierende Operatoren
 - kein Ergebnis, bevor die gesamten Eingabedaten verarbeitet wurden
 - Beispiel: Aggregat- und Sortierfunktionen
 - Verbundoperationen
 - Speicherbedarf wächst ohne Schranken
- Einsatz von Fensterverfahren

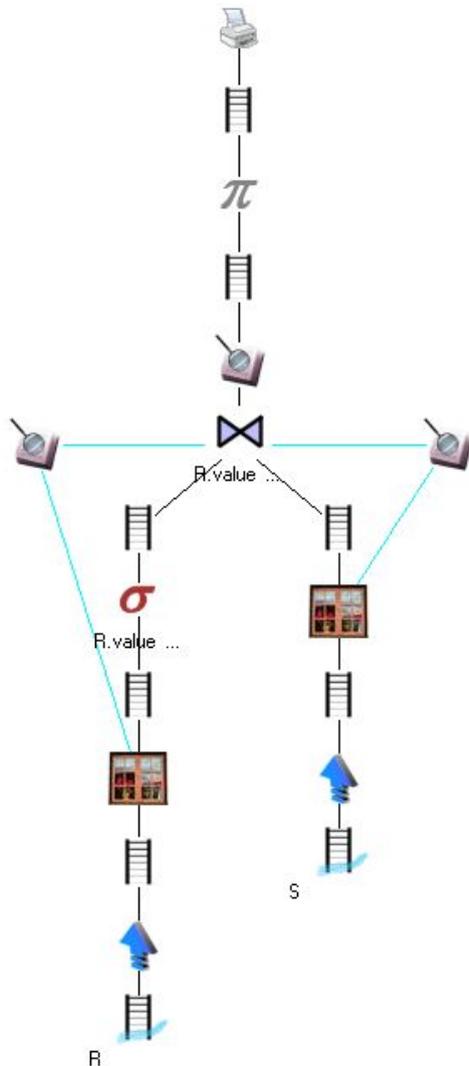
Fensterverfahren

- Vergleich: *Windowed Table Functions* aus SQL-99
 - eindeutige Semantik, arbeiten deterministisch
 - Qualität der Näherung lässt sich einschätzen
 - starke Gewichtung aktueller Daten häufig erwünscht
- Gute Eignung zur näherungsweise Anfrageauswertung über Strömen

Anfragesprachen

- STREAM (STanford stREam datA Management)
 - Deklarativer Ansatz
 - *Continuous Query Language (CQL)*
 - Erweiterung von SQL
 - Abbildung von Relationen auf Strömen und umgekehrt
- Aurora
 - Prozeduraler Ansatz
 - *Boxes-and-Arrows-Paradigma*
Vergleich: Workflow-Modellierungssprachen
- Weitere Anfragesprachen ...

Beispiel: STREAM



Quelle: STREAM Visualizer

- CQL-Anfrage:

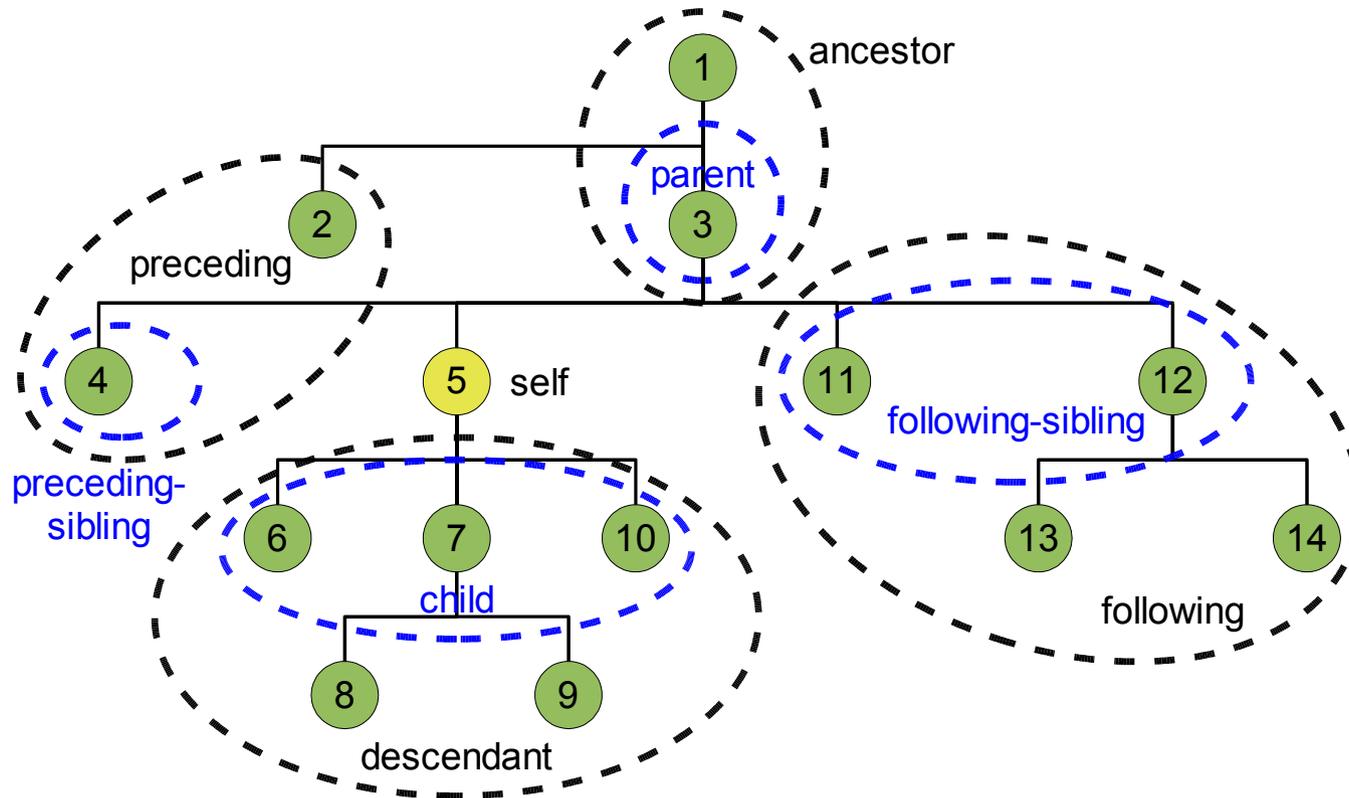
```
SELECT R.name
FROM R RANGE 10 SECONDS,
      S RANGE 10 SECONDS
WHERE R.name = S.name
AND R.value > 40
```

- Überführung in korrespondierenden Ausführungsplan

Kontinuierliche Anfragen gegen XML-Ströme

- XML etabliert als wichtiger Standard zum Datenaustausch
- Strombasierte Verarbeitung auch bei großen XML-Dokumenten vorteilhaft
 - Keine Hauptspeicherrepräsentation nötig
Vergleich: *Document Object Model (DOM)*
 - Progressive Verarbeitung
- Projekt *XPath Evaluation on XML Streams*,
Ludwig-Maximilians-Universität München
 - Ziel: effiziente Auswertung von XPath-Ausdrücken gegen XML-Ströme

XPath-Achsen



- Reihenfolge der Elemente im XML-Strom entspricht Traversierung des XML Document Tree in Vorordnung
- Behandlung von Rückwärtsachsen problematisch

XPath-Rewriter

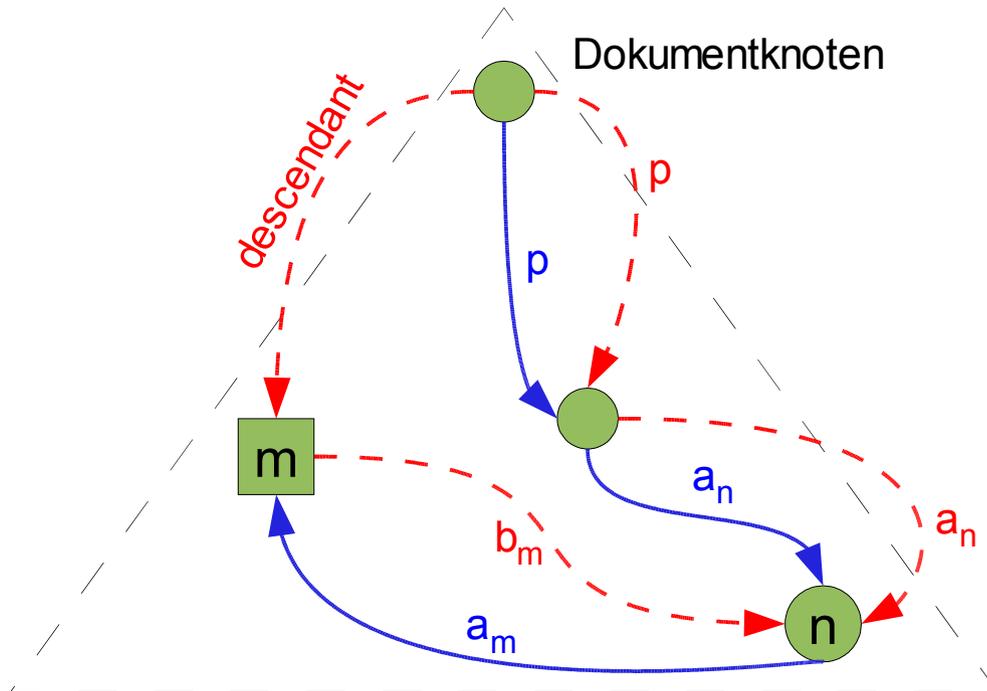
- Überführung eines beliebigen Lokalisierungspfades in eine äquivalente Darstellung ohne Rückwärtsachsen
- Ausnutzung der Achsensymmetrie in XPath

Symmetrische Achsenpaare in XPath

| | | |
|-------------------|---|--------------------|
| parent | – | child |
| ancestor | – | descendant |
| ancestor-or-self | – | descendant-or-self |
| preceding | – | following |
| preceding-sibling | – | following-sibling |

XPath-Rewriter

- Allgemeine Äquivalenzen für absolute Lokalisierungspfade mit Rückwärtsachsen



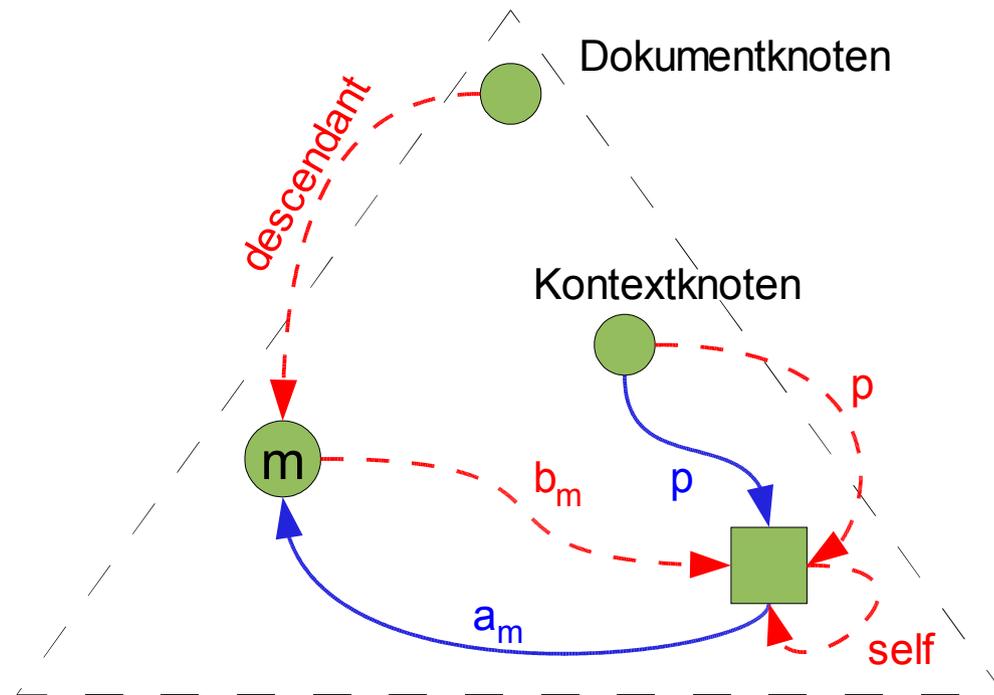
p : relativer Lokalisierungspfad
 m und n : Knotentests
 a_n : Vorwärtsachse
 a_m : Rückwärtsachse
 b_m : zu a_m symmetrische Achse

$/p/a_n::n/a_m::m \equiv$

$/descendant::m[b_m::n \text{ is } /p/a_n::n]$

XPath-Rewriter

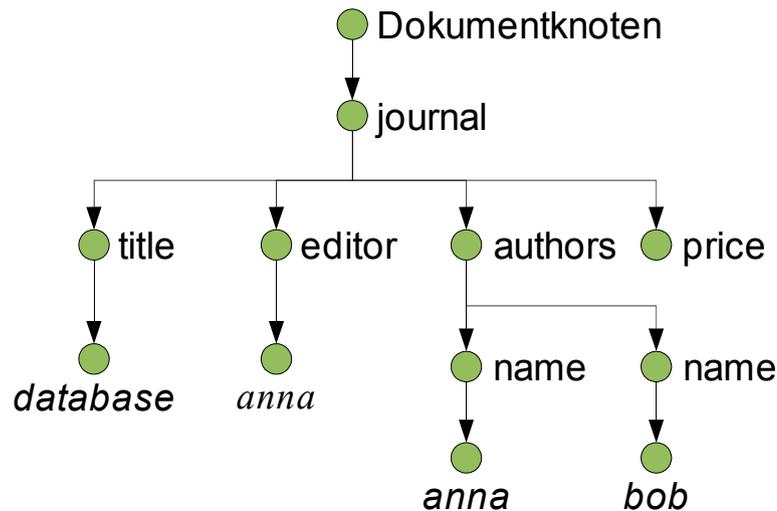
- Allgemeine Äquivalenzen für Prädikate mit Rückwärtsachsen



p : relativer Lokalisierungspfad
 m und n : Knotentests
 a_n : Vorwärtsachse
 a_m : Rückwärtsachse
 b_m : zu a_m symmetrische Achse

$p[a_m::m] \equiv p[/math>
 $b_m::node() \text{ is } self::node()]$$

XPath-Rewriter Beispiel



```
...
<journal>
  <title>
    database
  </title>
  <authors>
    <name>anna</name>
    <name>bob</name>
  </authors>
  <price />
</journal>
...
```

```
/descendant::name/preceding::title[ancestor::journal] =
```

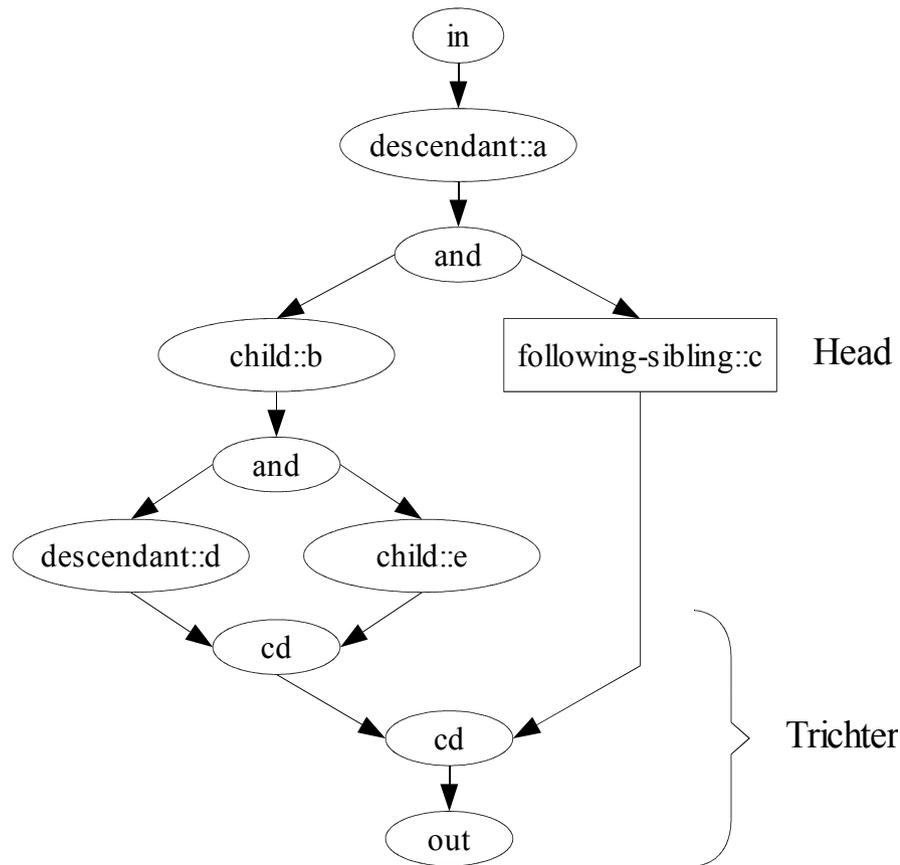
```
/descendant::title[ancestor::journal]
  [following::name is /descendant::name] =
```

```
/descendant::title
  [/descendant::journal/descendant::node() is self::node()]
  [following::name is /descendant::name]
```

SPEX

- *Streamed and Progressive Evaluator for XPath (SPEX)*
- Anfragesprache *FSXP (Forward Simple XPath)*
 - Keine Rückwärtsachsen
 - Keine wertbasierten Vergleiche
 - Keine Prädikate mit Bezug auf die Position von Elementen
- Überführung von FSXP-Anfragen in Transduktor-Netzwerke
- Transduktoren sind Kellerautomaten mit nur einem Zustand
 - Eignung für Systeme mit geringer Rechenleistung und kleinem Speicher (z.B. mobile Endgeräte)

SPEX



```
/descendant::a  
[child::b[descendant::d]/child::e]  
/following-sibling::c
```

- Eingabestrom: XML-Token (entspricht SAX-Ereignis)
- XML-Token werden unverändert oder annotiert weitergereicht
- Transduktoren nutzen Stack, um den Abstieg im XML-Baum zu verfolgen
- Ein Transduktor vollzieht einen Lokalisierungsschritt nach und annotiert die sich ergebenden Kontextknoten

Zusammenfassung

- Techniken aus traditionellen DBMS lassen sich nicht problemlos ins Strommodell übertragen
 - Push-Kommunikation
 - Sequentieller Zugriff auf Daten
 - Kontinuierliche Anfragen, datengetriebene Verarbeitung
 - Echtzeitanforderungen
- Reduzierte Präzision bei der Anfrageauswertung unausweichlich
 - Load-Shedding in Überlastsituationen
 - Ad-hoc-Anfragen mit Bezug auf vergangene Daten
 - Blockierende Operatoren