6 Grundkonzepte

- Transportmechanismen
  - *Endpoint* - Start- und Endpunkt von Nachrichten aus Applikationssicht
    - ➤ Ergibt sich aus der Peer ID und allen Kontaktadressen
  - *Pipe* - Unidirektionale, asynchrone virtuelle Verbindung zwischen zwei oder mehr Endpoints
  - *Message* - Container für Daten die via Pipes zwischen Endpoints ausgetauscht werden
    - ➤ Message entspricht einem Datagramm
    - ➤ Jede Message verfügt über einen Umschlag (Sender und Empfänger Endpoint), einer variablen Anzahl von Protokoll spezifischen Headern sowie den Daten
    - ➤ Daten werden als eine geordnete Menge von (Name, Typ, Wert)-Tupel übertragen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

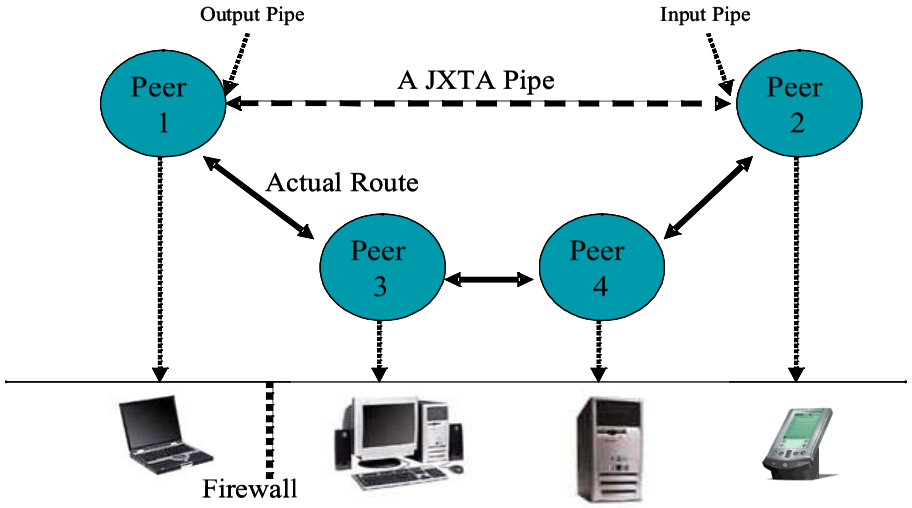
6 Grundkonzepte

- Pipes
  - Virtuelle Verbindungen die zu verschiedenen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Peer-Endpoints verbunden sein können
  - Jede Pipe kann durch eine JXTA ID eindeutig indentifiziert werden
  - Pipes sind unidirektional und besitzen mit *Output Pipe* eine Datenquelle und mit *Input Pipe* eine Datensenke
  - Es gibt zwei Arten von Pipes:
    - ➤ *Point-to-Point* Pipes für unidirektionale, asynchrone Verbindungen
      - ➤ Es gibt kein Acknowledgment oder Reply
      - ➤ Antworten werden über eine umgekehrt gerichtete Pipe versendet
    - ➤ *Propagate Pipes* für Multicast-Verbindungen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

6 Grundkonzepte

- Pipes (Fortsetzung)



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

6 Grundkonzepte

- Advertisement
  - ◆ XML basierte Metadaten-Beschreibungen angebotener Netzwerk-Ressourcen, eines Peers oder einer Peer Group
  - ◆ Folgende Arten von Advertisements sind standardisiert
    - ➤ Peer, Peer Group,Pipe, Service, Rendezvous, Peer Endpoint
  - ◆ Advertisements können weitere Advertisements beinhalten
  - ◆ Advertisements können beliebig durch weitere Metadaten ergänzt werden
  - ◆ Rendezvous-Peers unterstützen die Suche und Verbreitung von Advertisements
  - ◆ Advertisments gelten nur zeitlich begrenzt

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

6 Grundkonzepte

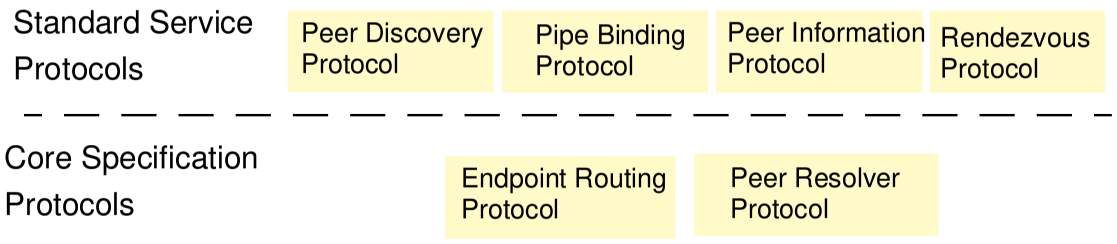
- Advertisement einer Peer Group

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE jxta:PGA>

<jxta:PGA xmlns:jxta="http://jxta.org">

    <GID> urn:jxta:jxta-NetGroup</GID>

    <!-- Module Specification Id -->
    <MSID>urn:jxta:uuid-DEADBEEF2332342342...</MSID>

    <Name>NetPeerGroup</Name>

    <Desc>NetPeerGroup by default</Desc>

</jxta:PGA>
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

7 Protokolle

- Eine Suite von 6 Protokollen, die es ermöglichen sollen ad hoc ein Peer-to-Peer Netzwerk zu etablieren
- Die Suite kann in zwei Gruppen unterteilt werden
  - *Core Specification Protocols* - Minimales Protokollset für JXTA-Peers
  - *Standard Service Protocols* - Erweitertes Protokollset für bessere Interoperablität und mehr Funktionalitäten



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

8 Endpoint Routing Protocol (ERP)

- Ermöglicht es einem Peer dynamisch die Route zu einem anderen Peer über mehrere Hops hinweg zu ermitteln
- Verändert sich die Topologie des Netzwerks und eine Route bricht zusammen ermöglicht das Protokoll den Aufbau einer neuen Route
- Verwendungszwecke
  - Integration von Rechnern die via NAT adressiert werden oder durch eine Firewall geschützt sind
  - Umsetzung zwischen verschiedenen Transportprotokollen
  - Routing innerhalb von Ad Hoc Netzwerken (z. B. Bluetooth)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

8 Endpoint Routing Protocol (ERP)

- Allgemeiner Ablauf
  - Soll eine Nachricht versendet wird zuerst ermittelt ob im lokalen Cache ein passendes Route-Advertisement voliegt
  - Ist dies nicht der Fall wird eine *Route Query Message* an Router/Relay Peers versendet
  - Verfügt ein Router-Peer über die gesuchte Route sendet er diese als eine Auflistung von *Hops* in Form einer *Route Response Message* an das anfragende Peer
  - Die Nachricht wir durch die Routinginformation ergänzt und kann nun entlang der Route an das Zielpeer versendet werden
  - Die Routinginformation wird entlang der Route aktualisiert und von den beteiligten Peers zwischengespeichert

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

9 Peer Resolver Protocol (PRP)

- Erlaubt es generische *Dienstanfragen* zu stellen
- Jede Anfrage besitzt einen spezifischen Namen der bei der Verarbeitung einer Anfrage dazu dient einen entsprechenden Handler zu identizifieren
  - Handler-Namen setzten sich in der Regel aus Dienst-Name, Group-Id und einer zusätzlichen Komponente zusammen
- Jede Dienstanfrage kann potenziell an alle Mitglieder einer Peer Group weitergeleitet werden

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.6 JXTA

9 Peer Resolver Protocol (PRP)

- Allgemeiner Ablauf
  - Ein Peer versendet eine Anfrage als *Resolver Query Message* mit dem Rendevous Protocol an alle verbundenen Peers und Rendezvous Peers
  - Jedes Peer das die Nachricht empfängt überprüft ob es einen ensprechenden Handler betreibt und stellt die Nachricht zu.
  - Der Handler überprüft die Anfrage und sendet eine *Resolver Response Message* wenn er sie beantworten kann.
  - Unterbindet der Handler nicht explizit die weitere Zustellung und handelt es sich um ein Rendezvous Peer wird die Nachricht weitergeleitet.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

10 Peer Rendezvous Protocol (RVP)

- Organisiert die Verteilung von Nachrichten in einer Peer Group
- Folgende Teilaufgaben werden durch das Protokoll adressiert
  - Regelt wie sich Peers bei Rendezvous Peers registrieren
  - Vernetzung der Rendezvous Peers
  - Verteilung von Nachrichten zwischen den Rendezvous Peers
- Wird von dem Peer Resolver Protocol und Pipe Binding Protocol genutzt um Nachrichten zu versenden, setzt auf dem Endpoint Routing Protocol auf

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

10 Peer Rendezvous Protocol (RVP)

- Verbindung von Peers und Rendezvous Peers
  - Es werden Leases genutzt um zeitbeschränkt die Nutzung eines Rendezvous Peers als Vermittler zu ermöglichen.
  - Ein Lease kann von beiden Seiten zu bliebigen Zeitpunkten aufgehoben werden.
- Allgemeiner Ablauf
  - Peer sendet eine *Lease Request Message* an einen Rendezvous Peer
  - Sollte der Rendezvous Peer noch freie Kapazitäten besitzen antwortet dieser mit einer *Lease Granted Message*
  - Wird der Lease nicht mehr benötigt so sendet der Peer eine *Lease Cancel Message*

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

10 Peer Rendezvous Protocol (RVP)

- Vernetzung der Rendezvous Peers
  - Zielsetzung ist das jedes Rendezvous Peer eine möglichst aktuelle und konsistente Sicht auf die Gruppe der Rendezvous Peers (*Peer View*) besitzt
- Allgemeiner Ablauf
  - Jedes Rendezvous Peer versendet *PeerView Messages* als *Probe* Nachricht an andere Rendezvous Peers. Eine *Probe PeerView Message* enthält ein *Rendezvous Advertisment* des anfragenden Peers
  - Die Probe Anfrage wird durch ein *Response PeerView Message* beantwortet. Diese kann weitere *Rendezvous Advertisments* beinhalten.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

10 Peer Rendezvous Protocol (RVP)

- Kontrolle der Ausbreitung von Nachrichten innerhalb der *Peer View*
- Alle Nachrichten die innerhalb der *Peer View* vermittelt werden, sind in eine *RendezVousPropagat Message* eingebettet
- Die Parameter der *RendezVousPropagat Message* ermöglichen
  - Vermeidung von Schleifen und Dublikation
  - Kontrolle der Ausbreitung (TTL)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

11 Peer Discovery Protocol (PDP)

- Veröffentlichen von Ressourcen eines Peers via Advertisement
- Suche nach Ressourcen (Peers, Peer Groups, Pipes ...)
- Allgemeiner Ablauf
  - Zur Suche nach einer Ressource wird eine *DiscoveryQuery Message* versendet
    - Angabe der Art der gesuchten Ressource
    - Maximale Anzahl der Antworten
    - Attribute zur Spezifikation der Suche
  - Sollte die Anfrage beantwortet werden können wird eine *DiscoveryResponse Message* versendet
    - Anzahl der Treffer und Antworten
- *DiscoveryResponse Message* dienen auch zum Veröffentlichen von Ressourcen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

12 Peer Information Protocol (PIP)

- Dient zu Ermittlung von Statusinformationen
- Ablauf
  - Anfrage nach Statusinformationen durch eine *PeerInfoQuery Message* mit optionaler, zusätzlicher Anfrage
  - Anwort erfolgt durch eine *PeerInfoResponse Message*
    - Uptime, Verkehr, Last usw. sowie zusätzliche Informationen
- PIP verwendet PRP für die Vermittlung von Anfragen

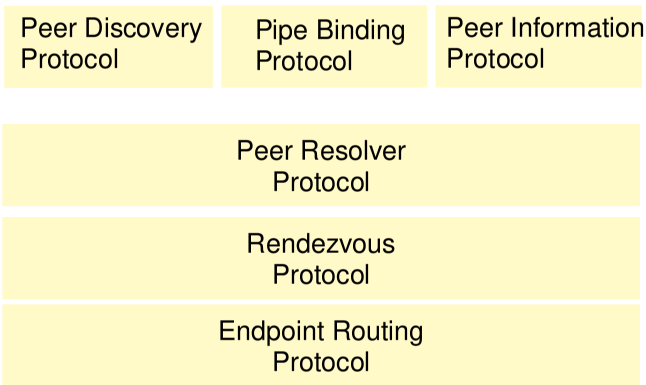
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

13 Pipe Binding Protocol (PIB)

- Ermöglicht es virtuelle Verbindungen aufzubauen
- Auf der Empfangsseite können ein oder mehrere Peers verbunden werden
- Allgemeiner Ablauf
  - Es wird ein Pipe Advertisement veröffentlicht
  - Ein Peer bindet eine Input Pipe zur ID des Advertisements
  - Ein anderes Peer sucht eine entsprechende Pipe mittels einer *PipeResolver Message* mit dem Message Typ *Query*
  - Ein Peer welches die Input Pipe gebunden hat versendet eine *PipeResolver Message* mit dem Message Typ *Answer*
  - Anfragende Peer kann nun eine Output Pipe binden

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

14 Protokollstack



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

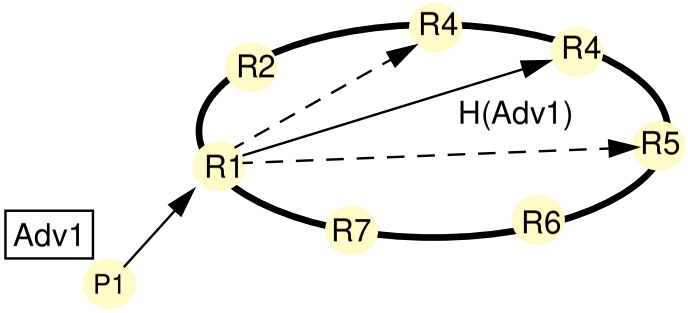
15 Bewertung des Protokollstack

- Geringer Overhead
- Geringe Anforderungen an das Transportsystem
  - unidirektionale, asynchrone Verbindungen
- Geringe Anforderungen an die Ausführungsumgebung des Peers
  - Je nach Anwendung und Peer muss nur ein Untermenge der Protokolle implementiert werden
- Geeignet für eine Vielzahl von P2P-Anwendungen
  - Dynamische Netzwerkstruktur und ständiger Wechsel von Peers

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

16 Rendezvous Netzwerk der Referenzimplementierung

- Veröffentlichung eines Advertisement

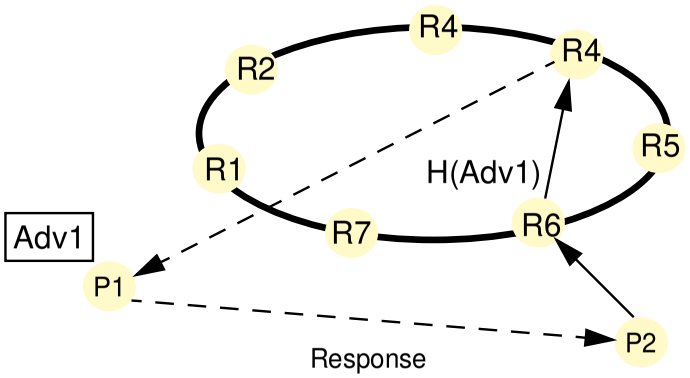


  - Rendezvoud Peers verwalten nur noch einen Advertisement-Index
  - Für jedes Advertisement wir ein Hashwert bestimmt der festlegt welche Rendezvous Peers Informationen über das Advertisement speichern

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

16 Rendezvous Netzwerk der Referenzimplementierung

- Suche nach einem Advertisement



  - Das zuständige Rendezvous Peer R4 leitet die Anfrage an P1 weiter.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

17 Zusammenfassung

- JXTA versucht eine Standardumgebung für Peer-to-Peer Anwendungen zu etablieren
  - Ist dies schon jetzt sinnvoll?
- JXTA wir in der Regel nicht immer die beste und effizienteste Lösung bieten können um eine Peer-to-Peer Anwendung zu entwickeln

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.